

**U F R R J**  
**INSTITUTO DE FLORESTAS**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS**  
**AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**DISSERTAÇÃO**

**Eficiência de Inseticidas para Preservar Madeira**  
**Contra Danos de Cupim Subterrâneo**

**Mario Cantizani Gomes Lage**

**2004**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
FLORESTAIS**

**EFICIÊNCIA DE INSETICIDAS PARA PRESERVAR MADEIRA  
CONTRA DANOS DE CUPIM SUBTERRÂNEO**

**MARIO CANTIZANI GOMES LAGE**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Edvá Oliveira Brito**  
*e Co-orientação da Professora*  
**Denise Medeiros Pamplona**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no curso de Ciências Ambientais e Florestais. Área de concentração em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais.

Seropédica, RJ  
Dezembro de 2004

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
FORESTAS**

**MARIO CANTIZANI GOMES LAGE**

Dissertação submetida ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de Concentração em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 15/12/2004

---

Edvã Oliveira Brito. Prof. Dr. UFRRJ  
(Orientador)

---

Acácio Geraldo de Carvalho. Prof. Dr. UFRRJ

---

Benedita Aglai Oliveira da Silva. Prof. Dra. UFRJ

*Aos meus pais Regina e João  
"In memoriam"*

*À minha esposa Rosane  
Pela força e incentivo e*

*Ao meu irmão Omair  
"In memoriam"*

## **BIOGRAFIA**

**MARIO CANTIZANI GOMES LAGE**, filho de João Diniz Lage Filho e Regina de Souza Gomes, nasceu no Rio de Janeiro (RJ), em 25 de junho de 1952. Iniciou sua graduação em 1977, no curso de Ciências Biológicas na Fundação Técnico-Educacional Souza Marques (FTESM) concluindo-o em 1981. De 1982 a 1986, foi professor contratado em escolas de 1º e 2º graus em Porto Murinho (MS). Foi professor de segundo grau em Além Paraíba (MG), de 1987 a 1988, iniciando nesse mesmo período, estágio em uma empresa de controle de pragas urbanas no Rio de Janeiro. Foi estagiário no Laboratório de Diptera do Museu Nacional da UFRJ de 1997 a 2001, quando iniciou seus estudos em Isoptera, sob orientação da professora doutora Denise Pamplona. Desde 1988 trabalha como responsável técnico em empresas privadas especializadas no controle químico de pragas urbanas. Por particular interesse desenvolvido no decorrer desses anos de experiência no controle químico de cupins em área urbana, e com intenção de qualificar-se mais para o mercado de trabalho, ingressou em 2004 no curso de Pós-graduação em nível de Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Primeiros registros dos cupins no Brasil.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Prejuízos econômicos causados por cupins no Brasil.....</b>	<b>3</b>
<b>2.3. Presença de cupins no ambiente urbano.....</b>	<b>4</b>
<b>2.4. Principais espécies de cupins no ambiente urbano.....</b>	<b>4</b>
<b>2.4.1. Cupim de madeira seca e sua distribuição no Brasil.....</b>	<b>4</b>
<b>2.4.2. Cupim subterrâneo e sua distribuição no Brasil.....</b>	<b>4</b>
<b>2.5. Outras espécies de cupins sinantrópicos.....</b>	<b>5</b>
<b>2.6. Aspectos ambientais e a demanda mundial de madeira.....</b>	<b>6</b>
<b>2.7. Preservação da madeira.....</b>	<b>6</b>
<b>2.8. Controle químico de cupins.....</b>	<b>7</b>
<b>2.9. Controle bioquímico de cupins.....</b>	<b>8</b>
<b>2.10. Controle biológico de cupins .....</b>	<b>8</b>
<b>2.11. Substâncias repelentes para cupins.....</b>	<b>9</b>
<b>2.12. Outras estratégias para controle de cupins.....</b>	<b>9</b>
<b>2.13. Bioecologia dos cupins.....</b>	<b>9</b>
<b>2.14. Inseticidas e sua aplicação na preservação da madeira.....</b>	<b>10</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1. Corpos-de-prova .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2. Quantidade dos corpos-de-prova.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3. Medição dos corpos-de-prova.....</b>	<b>19</b>
<b>3.4. Desumidificação dos corpos-de-prova.....</b>	<b>19</b>
<b>3.5. Secagem primária dos corpos-de-prova.....</b>	<b>19</b>
<b>3.6. Produtos ensaiados.....</b>	<b>21</b>
<b>3.7. Inseticidas e seu uso na proteção da madeira e cuidado ambiental .....</b>	<b>21</b>
<b>3.8. Inseticidas organofosforados .....</b>	<b>21</b>
<b>3.9. Inseticidas piretróides sintéticos .....</b>	<b>22</b>
<b>3.10. Ficha técnica dos inseticidas utilizados .....</b>	<b>22</b>

3.11. Seleção das áreas para o experimento .....	24
3.12. Identificação dos corpos-de-prova .....	25
3.13. Preparo das soluções preservativas para atender os tratamentos .....	27
3.14. Grupo testemunho ou controle .....	28
3.15. Processo de tratamento (impregnação dos corpos-de-prova com substâncias preservativas) .....	28
3.16. Cálculo das retenções dos produtos nas amostras .....	29
3.17. Secagem dos corpos-de-prova e fixação das substâncias preservativas pós-tratamento .....	29
3.18. Climatização dos corpos-de-prova pós-tratamento .....	30
3.19. Procedimentos de implantação do experimento .....	30
3.20. Distribuição das amostras tratadas em campo .....	30
3.21. Coleta das amostras de solo nas áreas do experimento .....	31
3.22. Fauna de solo nas áreas do experimento .....	31
3.23. Remoção dos cupins aderidos aos corpos-de-prova .....	32
3.24. Avaliação da eficiência das substâncias preservativas em relação aos desgastes causados pelos cupins .....	32
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>34</b>
4.1. Avaliação da preservação aos 12 meses .....	34
4.2. Avaliação da preservação aos 18 meses .....	38
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>46</b>
<b>6. RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>48</b>
<b>7. AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>49</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>52</b>

## RESUMO

**LAGE**, Mario Cantizani Gomes. **Eficiência de inseticidas para preservar madeira contra danos de cupim subterrâneo**. Seropédica, UFRRJ, 2004. 61p. Dissertação, (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais), Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2004.

Um teste de campo foi desenvolvido para avaliar a eficiência de três inseticidas como preservativos de madeira contra danos causados pelo cupim subterrâneo *Coptotermes havilandi* Holmgren, 1911 (Isoptera: Rhinotermitidae). Os produtos comerciais com seus respectivos ingredientes ativos avaliados foram: Dursban 4E clorpirifós; Diazinon 60 EC diazinon e Dragnet 384 CE permetrina. O produto Diazinon 60 EC foi utilizado, nesse experimento, como referência por possuir a mais alta concentração de fábrica (60% p/p). Os i.a foram diluídos em água nas concentrações de 0,5%; 1,0%; 1,5% e 2,0% e aplicados por cinco minutos, pelo tratamento de imersão, em amostras de madeira de *Pinus* medindo 30cm x 2,5cm x 2,5cm. Amostras sem tratamento (concentração zero), foram utilizadas como grupo-controle. O produto Diazinon 60 EC apresentou melhor resultado com os maiores valores médios para a variável retenção em todas as concentrações utilizadas em comparação aos demais produtos. Para o teste de desgaste pelos cupins, as amostras foram dispostas em três áreas de sistemas florestais distintos. Ao final de dois períodos de avaliação, 12 e 18 meses, as amostras foram retiradas para interpretação visual dos danos estruturais. A performance dos produtos analisados foi determinada através da utilização de classes de eficiência, para representar a intensidade dos desgastes, correspondendo a valores qualitativos de preservação da madeira. Os resultados foram interpretados por comparação estatística.. A permetrina, foi o produto de melhor desempenho na preservação das amostras após os dois períodos do ensaio, com índice médio de preservação em torno de 100%, diferindo estatisticamente dos outros produtos testados.

**Palavras-chave:** *Coptotermes havilandi*; cupim subterrâneo; Isoptera, Rhinotermitidae; Inseticidas; *Pinus* sp.; permetrina; preservantes de madeira; organofosforados.



## ABSTRACT

**LAGE, Mario Cantizani Gomes. Efficiency of insecticides to preserve wood against damages of subterranean termite.** Seropédica, UFRRJ, 2004. 61p., Dissertation, (Master Science in Environment and Forestry Science), Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2004.

A field test was developed to evaluate the efficiency of three insecticides as wood preservatives against damages caused by the subterranean termite *Coptotermes havilandi* Holmgren, 1911 (Isoptera: Rhinotermitidae). The commercial products with their respective appraised active ingredients were: Dursban 4E chlorpyrifos; Diazinon 60 EC diazinon and Dragnet 384 CE permethrin. The product Diazinon 60 EC was used, in that experiment, as reference for possessing the highest factory concentration (60% p/p) than the others. The i.a were diluted in water in the concentrations of 0,5%; 1,0%; 1,5% and 2,0% and the samples, measuring 30cmx2,5cmx2,5cm made of *Pinus* wood sp were submitted to the treatment by immersion in the preservative solutions for five minutes. The samples without treatment (none concentration), were used as control-group. The product Diazinon 60 EC presented better result with the largest medium values for the variable retention in all of the used concentrations. They were certain the values of retention of i.a. in each sample.. The samples were put in three areas of different forest systems for exposition to the termites. To the end of two periods, 12 and 18 months, the samples were removed for visual interpretation of the structural damages. The performance of the analyzed products was certain through the use of efficiency classes, to represent the intensity of the damages, corresponding to qualitative values of preservation of the wood. The results were interpreted by statistical comparison.. The permetrina, was the product of better acting in the preservation of the samples after the two periods studied, with medium index of preservation around 100%, differing estatisticaly of the other tested products.

**Key words:** *Coptotermes havilandi*; insecticides; Isoptera; pemethrin; *Pinus* sp.; organophosphates, subterranean termite; Rhinotermitidae; wood preservatives

## 1. INTRODUÇÃO

Os térmitas ou cupins são insetos pertencentes à ordem Isoptera, que ocorrem em áreas temperadas e tropicais do mundo, entre os paralelos 52°N e 45°S (FONTES, 1998). Nos trópicos, esses organismos podem ser considerados como parte integrante e ativa do solo, no qual, a fragmentação e a degradação do material vegetal representam apenas um aspecto (FOUGEROUSSE, 1969). A importância do papel ecológico dos cupins nos solos tropicais relaciona-se principalmente à sua abundância e grande biomassa observadas nesses ecossistemas (DONOVAN *et al.*, 2000).

A influência geral desses insetos no ambiente é benéfica, contribuindo para a manutenção ou a recuperação da porosidade do solo e, ainda, para a aeração, manutenção da umidade e movimentação de partículas minerais e orgânicas (HARRIS, 1971; LEE & WOOD, 1971).

CONSTANTINO (1999) avalia em cerca de 2.750 as espécies descritas para a Ordem Isoptera. PAMILO *et al.* (1996) considera as seguintes famílias e seu respectivo número de espécies: Hodotermitidae, com 16 espécies; Indotermitidae, com 6 espécies; Kalotermitidae com 332 espécies; Mastotermitidae, com 1 espécie; Rhinotermitidae, com 204 espécies; Serritermitidae, com 1 espécie; Stylotermitidae, com 28 espécies; Termopsidae, com 16 espécies e Termitidae, com 1.685 espécies.

Na região neotropical ocorrem as seguintes famílias: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae, Termitidae e Termopsidae (ZORZENON & POTENZA, 1998).

De acordo com MIKLÓS (1998) a fauna do solo, especialmente cupins e formigas, desempenha um papel regulador insubstituível na correção do empobrecimento superficial edáfico, através de seus hábitos alimentares e da construção de ninhos. Por outro lado, e em virtude também do seu hábito alimentar e da modificação do ambiente natural através da construção dos ninhos, esses organismos podem representar pragas na agricultura, áreas florestais e pastagens, bem como em construções residenciais e comerciais dos grandes centros urbanos (BICALHO, 2000).

Embora se conheça mundialmente a importância dos cupins no tocante à fauna da região neotropical, pouca atenção tem sido dada no sentido de se estimar numericamente suas populações e hábitos comportamentais, principalmente a atividade de forrageamento. Estudos referentes à biologia, ecologia e dinâmica populacional têm sido pouco conduzidos em quase todo o mundo. No Brasil, um dos locais de maior ocorrência da ordem Isoptera, são poucos os estudos básicos e aplicados.

No que se refere à pesquisa aplicada, o maior interesse nos cupins justifica-se, principalmente, pela falta na nossa literatura, de informações sobre a biologia das espécies de importância econômica. Grande parte da nossa literatura a esse respeito, resulta da importação e generalização de informações insuficientes, principalmente no que se relaciona ao comportamento desses insetos no meio urbano.

O controle químico de cupins no ambiente urbano constitui hoje, uma boa fonte para estudos acadêmicos e de investimentos para as empresas desinsetizadoras, estabelecidas nas grandes cidades do sudeste brasileiro. Na prática, essas empresas utilizam uma grande variedade de produtos químicos nos serviços de tratamentos preventivo e curativo da madeira contra desgastes causados pelos cupins. Muitos desses produtos são comercializados sem nenhum teste específico que comprove a eficiência dessas substâncias para o tratamento químico em madeiramento contra espécies de cupins pragas da região tropical. Atualmente denominados de desinfestantes, são produtos desenvolvidos e direcionados para o tratamento químico contra cupins dos países de origem, e sua aplicação em outras regiões ou situações, pode apresentar diferentes respostas frente às complexidades ambiental e comportamental de cada espécie.

Segundo GRACE *et al.* (1993) a maioria dos testes de eficiência desses produtos é realizada na Europa e nos Estados Unidos. Desse modo, os resultados obtidos devem ser

utilizados, preferencialmente, para subsidiar estudos na realidade ecossistêmica tropical, devido às diferenças tanto na composição específica dos térmitas quanto nas condições ambientais a que estão sujeitos.

De acordo com HEDLEY & BUTCHER (1985) mesmo que a finalidade do uso de um preservativo de madeira não inclua o contato permanente com o solo, sua performance em contato com esse compartimento ecossistêmico deve atingir um desempenho satisfatório, uma vez que podem surgir respostas inesperadas devidas à complexidade comportamental das diferentes espécies de cupins, associada às diferentes interações dos fatores ambientais em países de clima tropical.

A literatura estrangeira informa que vários métodos e testes com o uso de várias substâncias preservativas conduzidos em laboratório podem mostrar bons resultados. Contudo, o tamanho das amostras de madeira para esses testes variam consideravelmente (AWPA, 1969).

Atualmente, a pesquisa de novas substâncias preservativas de madeira envolve uma série sistemática de ensaios, através dos quais o material é testado em estágios progressivos de avaliação. Um desses estágios compreende testes em campo, dentre os quais são incluídos sistemas de exposição do material químico, considerando especialmente, o seu comportamento em contato com o solo (LEPAGE *et al.*, 1986).

Embora os principais testes para avaliar uma substância preservativa de madeira sejam efetivamente realizados através do contato das amostras tratadas com o solo, a perda da efetividade causada pela biodegradação e, conseqüentemente, pela deterioração intensa da madeira, pode prejudicar a avaliação quanto à eficácia do produto para esse propósito (PRESTON *et al.*, 1986).

No Brasil, o tratamento industrial de preservação da madeira com o uso de inseticidas é pouco utilizada, o que resulta na rara participação de profissionais nessa linha de pesquisa e na escassa produção de literatura pertinente ao assunto.

É importante salientar que, os produtos utilizados neste experimento foram empregados em situações diferentes daquelas recomendadas pelos seus fabricantes. Uma vez que nosso principal interesse é estritamente acadêmico, visamos apenas fornecer subsídios técnicos para o uso profissional de inseticidas empregados por empresas nos serviços de controle e prevenção química contra danos em madeiramento domiciliar causados por cupins.

Pelo exposto, o presente trabalho tem como objetivo principal o de avaliar a eficiência de três inseticidas, depois de incorporados à madeira, contra desgastes causados por cupim subterrâneo ao final dos períodos e das condições consideradas.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Primeiros registros dos cupins no Brasil

LUND (1831) parece ter sido o primeiro pesquisador estrangeiro a registrar, oficialmente, a presença de cupins no Brasil, quando estudava formigas nativas. Na oportunidade, o autor comenta a presença de térmitas introduzidos no ambiente doméstico da cidade do Rio de Janeiro.

Em ARAÚJO (1958) foi encontrado um relato de Hagen sobre a existência de cupins de madeira seca no Brasil em 1858, cuja informação só foi registrada em 1957 pelo Commonwealth Institute of Entomology. Consta, no mesmo trabalho, a descrição de Wasman, em 1897, de quatro gêneros de cupins brasileiros, além de referências aos trabalhos de Costa Lima sobre espécies de Kalotermitidae em 1938, 1941 e 1942. A espécie *Coptotermes vastator* Light, foi inicialmente mencionada como a primeira ocorrência para o Rio de Janeiro em 1936, mas estudos posteriores mostraram tratar-se de outra espécie do gênero *Coptotermes*, uma vez que foram coletados exemplares do inseto nessa mesma cidade em 1926, e em Santos (SP) em 1934.

A verdadeira contribuição sobre a fauna de térmitas na região neotropical brasileira, no entanto, começou com Silvestri através de estudos com cupins em Mato Grosso em 1901 (ARAÚJO, 1970).

Em seu livro “Mundo Estranho – a vida dos cupins”, CUNHA (1961) registra sua interessante experiência em observações realizadas ao longo de dez anos, na qual ele comenta sobre o comportamento dos cupins em sua fazenda, em Minas Gerais, diante do declínio da sua produção de cana-de-açúcar, entre 1920 e 1925, em virtude do ataque desses insetos.

### 2.2. Prejuízos econômicos causados por cupins no Brasil

Segundo FONTES (1998a) apenas 10% da fauna de cupins interferem negativamente nas atividades econômicas humanas, impondo prejuízos nas áreas agroflorestal, pastoral e urbana.

As espécies subterrâneas são capazes de danificar muitas variedades de plantas de interesse econômico como a cana-de-açúcar, café, tubérculos, abacaxi, gramíneas e eucalipto (RESENDE *et al.*, 1993).

Em cidades como Rio de Janeiro e São Paulo, os problemas de infestações em residências por cupins vêm aumentando, favorecendo o surgimento de inúmeras empresas especializadas nesse ramo de atuação. Sabe-se que um dos fatores que vem contribuindo para o sucesso da instalação de espécies de cupins no meio urbano é, sem dúvida, o desequilíbrio ambiental provocado pelo processo desordenado de urbanização, com a supressão de muitas espécies de animais e vegetais. Fora do seu ambiente natural, e devido ao seu hábito alimentar, os cupins acabam se adaptando bem nas cidades, transformando-se em praga de considerável impacto econômico.

Segundo pesquisa feita em 23 Estados mais o Distrito Federal, as pragas que proporcionam maior faturamento para as empresas desinsetizadoras são os cupins e as baratas, com 11% cada (CORRÊA, 2001).

Em São Paulo, um surto de *Coptotermes* sp. ocorrido entre 1975/76, fez com que 3.300 apartamentos em 97 prédios residenciais, fossem submetidos a tratamento químico com inseticidas. O custo dos serviços para controlar cupins subterrâneos e de madeira seca, em 514 prédios no Estado de São Paulo, ficou em torno de US\$ 800,000 no período de 1975 a 1978 (CAVALCANTE, 1976; LELIS, 1978).

MILANO (1998) estimou que, em São Paulo, foram gastos US\$ 10 milhões nos serviços de controle de infestação de cupins em prédios urbanos e na reposição de peças danificadas. De acordo com LELIS (1998), os custos com serviços de tratamento curativo em 240 edificações em 1986, chegaram a US\$ 3,3 milhões.

### 2.3. Presença de cupins no ambiente urbano

Dois fatores propiciam a infestação por cupins no ambiente urbano: as características biológicas do inseto e a complexidade desse ambiente (FONTES & FILHO, 1995).

ARAÚJO & FONTES (1999) classificam as características biológicas, complexidade do ambiente e ações equivocadas das empresas controladoras de pragas como o trinômio da infestação urbana por cupins.

As espécies de cupins podem ser introduzidas de maneira relativamente fácil em novas localidades e, assim, expandir fronteiras biogeográficas (GAY, 1969).

Os cupins urbanos são, basicamente compostos por dois grupos: os que vivem na vegetação isolada de reservas, parques e jardins, que participam do equilíbrio ambiental, e os que atacam o madeiramento empregado nas construções humanas, cuja ação afeta economicamente os moradores desses conglomerados.

Dentre as espécies de cupins favorecidas pelo processo de urbanização mundial, cerca de 70 a 80 são pragas capazes de causar desgaste importantes no madeiramento de edificações sendo, portanto, consideradas de relevância econômica (EDWARDS & MILL, 1986).

### 2.4. Principais espécies de cupins no ambiente urbano

#### 2.4.1. Cupins de madeira seca e sua distribuição no Brasil

A espécie *Cryptotermes brevis* Walker 1853 (Kalotermitidae) é considerada a praga economicamente mais importante, entre os ditos “cupins de madeira seca” (ZORZENON & POTENZA, 1998).

Esta espécie, que hoje se distribui por todas as regiões zoogeográficas, é encontrada principalmente em ambientes domésticos (BACCHUS, 1987).

*Cryptotermes brevis* ocorre preferencialmente nas regiões tropicais e é, até hoje, transportada e introduzida pelo tráfego internacional. É uma espécie danosa para madeiras em uso e a que mais se adapta a novas regiões (GAY, 1967). Essa espécie restringe seu ataque às peças que consome como alimento, exclusivamente no interior das edificações, podendo causar prejuízos extensos à mobília e ao madeiramento estrutural (FONTES & FILHO, 1995). Esta espécie não causa desgaste em árvores (vivas ou mortas), nem às madeiras abandonadas externamente às edificações. No Brasil, é encontrada na faixa costeira até o Rio Grande do Sul e também no interior da região sudeste (MARICONI, 1986).

#### 2.4.2. Cupins subterrâneos e sua distribuição no Brasil

A espécie *Coptotermes havilandi* Holmgren, 1911 (Rhinotermitidae) é oriental, tendo sido introduzida no Brasil provavelmente no século dezenove. É uma espécie assinalada nas áreas urbanas do sudeste brasileiro, onde marca a sua presença no início da primavera (ARAÚJO &

FONTES, 1999) e, mesmo sendo a segunda principal espécie urbana desta região, pouco se sabe sobre sua biologia (ZORZENON & POTENZA, 1998).

As atividades das espécies *C. havilandi* e *C. brevis* intensificaram-se, segundo proprietários de edificações antigas, a partir da década de oitenta (FONTES, 1998).

*Coptotermes havilandi* infesta cidades como Campinas, Piracicaba e Rio Claro, entre outras cidades da Grande São Paulo, incluindo a capital. Sua presença já foi registrada também em Belém (PA), Vitória (ES), Governador Valadares (MG) e Recife (PE). Essa espécie vem, gradualmente, ampliando seu território rumo às regiões Nordeste e Oeste (FONTES, 1998). Em busca de madeira e derivados celulósicos, transita no solo até alcançar as edificações, seja através de rachaduras, falhas ou fendas estruturais, seja pelos dutos da fiação elétrica e tubulações dos encanamentos hidráulicos. Aberturas de até 0,5mm facilitam o acesso dos cupins às residências à procura do alimento em contato com as paredes.

As áreas urbanas do sudeste brasileiro sofrem principalmente com a infestação das espécies *Coptotermes havilandi* e *Coptotermes brevis*, relativamente bem adaptadas ao nosso ambiente (ARAÚJO, 1988).

Em 1997 duas infestações de *C. havilandi* foram localizadas em Recife-PE, o que constituiu o primeiro registro da introdução dessa espécie no nordeste brasileiro e amplia, consideravelmente, sua distribuição geográfica no país (FONTES & VEIGA, 1998).

A introdução de espécies de importância econômica, embora seja comum no ambiente urbano, não é comum em habitats nativos, estando quase sempre restritas ao ambiente modificado pelo homem (EMERSON, 1949).

ABER & FONTES (1993) alertam para a possível introdução, no Brasil, da espécie *Reticulitermes lucifugus* (Rhinotermitidae), considerada praga de madeiras estruturais de residência, uma vez que foi detectada sua presença em países vizinhos, como o Uruguai.

Devido à plasticidade comportamental e à biologia das espécies dos térmitas, qualquer região de ocorrência, tanto sob formas nativas quanto sob formas introduzidas, podem ser consideradas como fonte de potencial importação para outras regiões (GAY, 1967).

## 2.5. Outras espécies de cupins sinantrópicos

As associações de alguns grupos de insetos com ambientes essencialmente humanos expressam uma sinantropia. No caso das espécies sinantrópicas é possível e, de fato, se verifica, que sobrevivam até mesmo em regiões de clima frio, se estão protegidas pelo aquecimento das habitações (MARICONI, 1986).

Desse modo, espécies diferentes daquelas pertencentes ao gênero *Coptotermes*, descritas para a região sudeste brasileiro podem ser encontradas infestando ambientes urbanos, como *Rhinotermes* sp *Nasutitermes* sp e *Heterotermes* sp.

Outras espécies de cupins subterrâneos que vêm demonstrando potencial para disseminação como praga no Brasil, pertencem ao gênero *Heterotermes* e vêm representando risco para o madeiramento dos prédios em João Pessoa, PB (BANDEIRA *et al.*, 1998).

Essa disseminação pode estar relacionada à marcante supressão das populações de predadores naturais, especialmente aves, em decorrência do desmatamento progressivo nos arredores das cidades e ampliação da área urbana (PAIVA, 1998).

## 2.6. Aspectos ambientais do cupim e a demanda mundial de madeira

Alguns insetos têm papel fundamental no ciclo de vida e estrutura das florestas. Com o desmatamento, o homem afetou as relações entre floresta e inseto. Inadvertidamente, ele

estimulou a redistribuição desses organismos, tanto através do carreamento nas sementes, quanto pela transferência passiva ao corpo e demais objetos humanos (FOURNIS & CAROLIN, 1977).

O consumo mundial de madeira tem sido muito grande, em virtude da utilização não sustentável desse material. Conseqüentemente, a quantidade de celulose disponível para os cupins tem aumentado consideravelmente nas cidades, sob forma de madeira estrutural, mobília, rejeitos de obras, papéis, papelões e uma infinidade de produtos de mesma origem. Esses rejeitos, colocados tanto sob o solo quanto no entorno das construções, propiciam muito fortemente a infestação desses locais pelos térmitas.

ECHHOLM (1975) exemplifica o intenso consumo de madeira com valores que atingem 1,5 ton/ano/pessoa em alguns países africanos.

OLIVEIRA & MILANO (1983) afirmam que, dos cerca de 4,2 bilhões de hectares da terra cobertos por florestas, entre 10 e 15 milhões são cortados a cada ano.

EDWARDS & MILL (1986) estimam que, somente na década de oitenta, foi cortada uma área equivalente à do território do Uruguai, ou seja, 176.000 Km<sup>2</sup>, o que fornece uma média de aproximadamente 30 a 40 ha/min, em área desmatada a cada ano no mundo. Somando-se a isso, cerca de 4.000 m<sup>2</sup> de florestas tropicais úmidas desaparecem por minuto, tornando-se necessário o uso da madeira da forma mais sustentável possível, sob pena de acelerar o surgimento de uma crise no suprimento desse material (TAVARES, 1984).

Para atender à grande demanda de madeira protegendo-se matas nativas, são usadas, atualmente, madeiras oriundas de florestas plantadas. Árvores escolhidas para essas finalidades reúnem requisitos comerciais que nem sempre correspondem à resistência da madeira contra a degradação causada por agentes biológicos, como fungos por exemplo.

Madeiras menos duráveis, sem tratamento preservante, estão disponíveis em grande quantidade como as de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. (EDWARDS & MILL, 1986).

Nesse particular, a tecnologia de preservação de madeira procura atenuar o problema da sua deterioração, através de processos físicos ou mecânicos, com a incorporação de substâncias contra agentes biológicos.

A preservação da madeira através de tratamento químico é essencial e viável para diversas espécies de árvores (SONTI & CHATTERJEE, 1984). De acordo com HARFORD (1976), essa parece ser a forma economicamente mais satisfatória, afastando os principais agentes responsáveis pelos processos de degradação natural. O aumento substancial da vida útil da madeira tratada evita, sobretudo, o dispêndio de grandes recursos para a erradicação posterior de cupins que atacam a madeira sem tratamento (LELIS, 1976). Segundo LELIS 1999, a madeira utilizada nas edificações não é previamente tratada, em particular aquela que permanece em locais de difícil acesso, tais como moldes utilizados nas fundações e nos caixões perdidos.

## 2.7. Preservação da madeira

Desde os mais remotos tempos, o uso da madeira ocupou posição de destaque em comparação a outros materiais devido à sua grande versatilidade, facilidade de obtenção e manuseio, além de tratar-se de material renovável (LOPEZ *et al.*, 1982). Somados a esses atributos, a madeira pode suportar forte ação mecânica, assumir formas variáveis depois de manufaturada e, principalmente, ser utilizada para a construção de moradias (EDWARDS & MILL, 1986).

Há milhares de anos, os fenícios e outros povos utilizavam o piche na proteção das madeiras dos cascos de suas embarcações contra o ataque de organismos marinhos.

Possivelmente em 1854 foram iniciados os processos de preservação de madeiras, durante a instalação da malha ferroviária na cidade do Rio de Janeiro, com uma usina de

impregnação de dormentes. Posteriormente, veio o tratamento de postes para a produção e distribuição de energia elétrica em 1883.

A primeira pesquisa brasileira efetiva em preservação de madeira foi feita pelo então Gabinete de Resistência de Materiais em 1931, hoje Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), que objetivava a utilização de um preservante hidrossolúvel aplicado em estacas de madeira pelo método de imersão simples (LOPEZ *et al.*, 1982).

Em virtude da madeira ser composta principalmente por matéria orgânica (celulose, hemicelulose, açúcar, lignina, etc.), é facilmente atacada por organismos xilófagos (insetos e fungos) que, direta ou indiretamente, utilizam-se dessas substâncias como fonte de energia, desde o seu estágio de processamento ao produto acabado.

Madeiras consideradas de baixa resistência podem ser protegidas por produtos químicos efetivamente letais ou repelentes dos cupins, aplicados pelos mais diferentes modos: pincelamento, aspersão, imersão, impregnação por pressão ou por difusão (BECKER, 1963).

O principal objetivo da preservação de madeiras não duráveis consiste, principalmente, em estender sua vida útil em serviço, através de agentes controladores da deterioração biológica e, assim, reduzir custos e proteger investimentos (LEVY, 1982).

As primeiras experiências com preservação de madeira com resultados positivos conhecidos ocorreram em 1705 quando Homberg, cientista francês, propôs impregnar a madeira com uma solução de bicloreto de mercúrio (BROTERO, 1933).

A utilização de outras substâncias preservantes como o creosoto, o CCB (cloro-cromo-boro) em 1913, o CCA (cobre-cromo-arsênio) em 1926 e o pentaclorofenol (ou sais de Wolman) em 1936, proporcionaram, historicamente, a sobrevivência de madeiras para as mais diversas aplicações (ADAMS & LINDARS, 1996).

BEAL (1969), tratou madeira de *Pinus* com pentaclorofenol diluído em óleo adicionado aos inseticidas Aldrin, Clordane e Dieldrin, para prevenir a formação de galerias de cupins subterrâneos na madeira.

BARNES *et al.* (1993) e MAUDLIN & KARDS (1996) utilizaram substâncias diferentes como o tetrahidrato de octoborato dissódico (DOT) para tratamento de madeira de *Pinus* na prevenção de ataque de cupins subterrâneos *Coptotermes formosanus*.

Outros compostos orgânicos e inorgânicos solúveis em água também podem ser utilizados na proteção da madeira como o fluoreto de hidrogênio potássio e fluoreto sílico de magnésio (BECKER, 1972).

## 2.8. Controle químico de cupins

Segundo HAMMER (1985) dos US\$ 580 milhões gastos no controle químico de cupins em nove estados americanos, pelo menos US\$ 470 milhões destinaram-se ao controle de cupins subterrâneos. Até 1985, o tratamento empregado nesse controle era feito com o uso de substâncias químicas derivadas dos organoclorados (WILCKEN & RAETANO, 1995). Devido ao efeito nocivo desses produtos no ambiente e ao seu potencial cancerígeno, sofreram sérias restrições de uso nos Estados Unidos e em muitos outros países (ANONYMOUS, 1976).

O controle de cupins subterrâneos em plantações de *Eucalyptus grandis*, no Brasil, baseia-se no princípio da barreira química com utilização de inseticidas de grande poder residual (WILCKEN & RAETANO, 1998).

Inseticidas como o Dieldrin, Clordane, Aldrin, Lindane, deram lugar a produtos menos agressivos ao homem e ao ambiente como os piretróides sintéticos e os organofosforados, esses últimos bastante usados por empresas desinsetizadoras na prevenção ao ataque de cupins em madeiras e no controle de outros insetos invasores de domicílios. Devido ao baixo custo desses



produtos, no entanto, esses serviços ocorrem de forma generalizada, sem quaisquer critérios de avaliação das espécies envolvidas e de seus índices populacionais. Isso levou a um consumo exagerado de inseticidas, com prejuízos, principalmente, ao ambiente (MACEDO, 1995).

A pressão seletiva causada pelo uso indiscriminado dos produtos químicos somada à falta de conhecimento da biologia dos insetos praga torna cada vez mais difícil o controle dos cupins nas áreas urbanas e rurais. Atualmente, novas estratégias e produtos estão sendo desenvolvidos para atenuar tal situação.

## 2.9. Controle bioquímico de cupins

Uma quarta geração de biocidas é a que emprega substâncias como hormônios e feromônios (atrativos sexuais), que orientam o comportamento e são direcionados para a espécie-alvo. O uso de produtos de ação de longo prazo não repelentes porém tóxicos, é sem dúvida, uma boa estratégia para o controle desses insetos (SU *et al.*, 1982).

HARVERTY *et al.* (1985) obtiveram bons resultados em laboratório ao estudarem o efeito de substâncias denominadas reguladoras de crescimento IGR's (Insects growth regulator) metoprene e fluorefenoxi, sobre uma população de 150 cupins da espécie *C. formosanus* Shiraki.

SU *et al.* (1985), obtiveram bons resultados em laboratório quando avaliaram o efeito de três substâncias reguladoras de crescimento (metoprene, fenoxicarb e fluorefenoxi), utilizando três tipos de substrato, em populações do cupim subterrâneo *C. formosanus*, após dois anos de exposição ao produto.

Atualmente, uma técnica experimental consiste no uso de iscas tóxicas colocadas diretamente nas proximidades das áreas de forrageamento dos cupins subterrâneos. A substância é, então, transferida a outros indivíduos através do hábito alimentar desses insetos. Dessa forma, a colônia é enfraquecida ou eliminada (COSTA-LEONARDO, 1996).

ESENTER & COPEL (1964) foram os pioneiros no uso de iscas atrativas no controle de cupins. Em 1974, ESENTER & BEAL usaram iscas de madeira embebidas com o produto Mirex (duodecacloro) para o controle de *Reticulitermes* sp.

Esse tipo de controle está baseado na premissa de que boa parte da colônia de cupins subterrâneos possa ser eliminada, mesmo que apenas uma pequena parcela dos milhares de indivíduos, geralmente nela encontrada, seja atingida (SU *et al.*, 1987).

O uso de iscas, nas quais é incorporado um hormônio (hexaflumuron) inibidor da quitina, demonstrou grande potencial para eliminar populações de cupins subterrâneos (SU, 1994).

GETTY *et al.* (2000) utilizaram iscas atrativas com esse mesmo princípio ativo em diferentes concentrações em testes de efetividade da substância no controle de colônias de *Reticulitermes* spp.

Para o controle das espécies *Heterotermes tenuis* e *Cornitermes* sp. em plantações de eucaliptos, RAETANO *et al.* (1997) utilizaram um produto à base de fipronil que mostrou ser eficiente, mesmo um ano após a sua aplicação. O princípio ativo do produto não é percebido pelos cupins, sendo repassado aos demais indivíduos da colônia através do hábito alimentar desses insetos.

## 2.10. Controle biológico de cupins

MAUDLIN & BEAL (1989) avaliaram a utilização de nematódeos dos gêneros *Steinernema* e *Heterorhabditis* na efetividade de controle de cupins subterrâneos *Reticulitermes* spp. em áreas de plantio, nas quais a menor dessecação preservava melhor os nematódeos.

LOGAN *et al.* (1990) constataram a patogenicidade do *Bacillus thuringiensis* para algumas espécies de cupins. Sua utilização no campo, no entanto, é restrita devido à sua baixa taxa de sobrevivência no solo.

WILCKEN & RAETANO (1995) relataram estudos que expressam a infectividade e patogenicidade de fungos entomopatogênicos para cupins. Segundo ALVES & ALMEIDA (1995), fungos isolados e selecionados de *M. anisoplae* e *B. bassiana* são muito eficientes no controle desses organismos.

### 2.11. Substâncias repelentes para cupins

Segundo JONES *et al.* (1983) extratos obtidos de seis espécies de essências florestais brasileiras mostraram possuir propriedades tóxicas, repelentes, fago-inibidoras e antiprotozoárias para a espécie *Reticulitermes flavipes*.

Na África são utilizadas regas com extrato aquoso de *Aloe graminicola* antes e depois do plantio de eucalipto com cobertura de folhas de *Cassia siamea*, *Leucaena leucocephala*, *Melia azedarach* e *Azadirachta indica* em viveiros florestais (WILCKEN & RAETANO, 1995).

### 2.12. Outras estratégias no controle de cupins

Além dos tratamentos químico e biológico, processos preventivos menos convencionais, como o método de cultivo, podem ser utilizados no controle de cupins. A sanidade dos vegetais a serem cultivados, cujo vigor é orientado pela qualidade das sementes é um bom indicativo de prevenção. Plantas submetidas com mais frequência a estresses ambientais são as mais suscetíveis ao ataque dos cupins. O controle do excesso de umidade na área de plantio também é importante como auxílio na prevenção. Finalmente, a formação de barreira física com o uso de partículas de areia de vários diâmetros, somada às providências anteriores, configura um quadro de soluções viáveis para a prevenção ao ataque dos térmitas (LOGAN *et al.*, 1990).

De acordo com DIEHL-FLEIG *et al.* (1995) o controle de cupins em áreas de pastagens e de cultura de arroz é realizado mecanicamente, com a derrubada dos cupinzeiros, o que pode, por outro lado, acentuar o problema devido à fissão e/ou brotamento dos mesmos.

### 2.13. Bioecologia dos cupins

A fundação de uma nova colônia de cupins normalmente é iniciada pela liberação de um grande número de indivíduos alados (sexuados) de outras colônias, em ocasiões determinadas pela temperatura, umidade do ar e características da região (WATSON & GAY, 1991).

O vôo de dispersão ou enxameamento, para liberação dos indivíduos alados, é comumente denominado de vôo nupcial (SNYDER, 1935).

Observações feitas por um ano, no Estado de São Paulo, confirmam a ocorrência desses vôos no período de maio a setembro, nos quais temperatura e umidade variaram, entre 16°C e 76%, respectivamente (COSTA-LEONARDO & BARSOTTI, 1998).

Nos indivíduos alados dos térmitas, a perda das asas e a escolha do parceiro conjugal ocorre somente quando esses organismos se encontram no solo. Essa escolha é precedida de rituais de cortejo bastante característicos. Após o pareamento, o casal sai à procura de frestas, rachaduras ou qualquer tipo de abertura na estrutura da construção ou da madeira desprovida de tratamento ou que possua falhas na sua estrutura.

Segundo GALLO *et al.* (1970) após a enxameagem, os térmitas se tornam fortemente tigmotrópicos, ou seja, precisam estar em contato com a madeira ou o solo. Diante das condições ideais, o local então é escolhido pelo casal para formação da câmara nupcial, fecundação e início da formação da prole (KOFOID, 1934).

Uma colônia só pode ser considerada madura quando produzir todas as castas características da espécie, inclusive os alados. De acordo com a espécie e com os fatores ambientais, esse processo pode durar até seis anos (EDWARDS & MILL, 1986; NUTTING, 1970).

O casal de cupins copula várias vezes e a fêmea, agora chamada de rainha, inicia a postura dos ovos quando, então, nascem os primeiros indivíduos denominados de imaturos.

Nesta etapa, a rainha sofre uma hipertrofia abdominal (fisogastria), caracterizada pelo aumento extraordinário dos ovários e da massa sangüínea. Todas essas modificações estão voltadas, exclusivamente, para a produção de um grande número de ovos (COSTA-LEONARDO & IGNATI, 1992).

Por serem insetos sociais, assim como as formigas e algumas abelhas, os cupins possuem divisão de tarefas em castas, morfológica e funcionalmente distintas. Esta hierarquização é basicamente constituída por três castas: soldados, operários e alados, cujas funções respectivas são: defesa do ninho, alimentação e reprodução.

Os cupins possuem uma alimentação bastante variada entre as espécies, pois nem todos possuem hábitos xilófagos (EDWARDS & MILL, 1986). Segundo RICHARDS & DAVIES (1984) na dieta desses organismos pode-se distinguir dois tipos principais de alimentação: consumo de madeira fresca ou em decomposição, e consumo de ervas e de outros materiais degradados, como o húmus.

Mesmo que a maioria dos térmitas seja vegetariana, nem por isso deixam de aceitar outros tipos de materiais (SANTOS, 1961). Excepcionalmente lãs, húmus, folhas mortas, couro, fezes etc. podem constar da dieta alimentar desses insetos. Surpreendentemente, materiais não celulósicos como plástico, além de produtos derivados do algodão, cabos elétricos e borracha podem ser danificados pelos os cupins (SMITH *et al.* 1972; BRUES, 1972).

Cupins do gênero *Hospitalitermes* sp. forrageiam à noite à procura de algas e líquens no tronco das árvores (KALSHOVEN, 1958).

A generalização alimentar é observada em mais da metade dos gêneros de cupins, sendo mais evidente nos denominados “cupins evoluídos” da família Termitidae (NOIROT, 1992).

Os cupins são ovíparos e se desenvolvem por paurometabolia, realizando cinco mudas para o crescimento do corpo e dos órgãos, até atingirem a fase adulta. A partir da segunda troca de pele, as ninfas iniciam um intenso processo de polimorfismo que se acentua durante o desenvolvimento.

#### 2.14. Inseticidas e sua utilização na preservação de madeiras

BERRY (1977) avaliou, durante sete meses, a eficiência do inseticida permetrina diluído em tolueno, como preservante de madeira contra o ataque do cupim *Reticulitermes santonensis* (Feytaud) em comparação ao gama-BHC. Nesse experimento, foram utilizadas ripas de madeira ilomba (*Pycnanthus angolensis*) nas dimensões 250 mm x 71 mm x 10 mm, tratadas por pincelamento superficial. O resultado mostrou que as peças tratadas com permetrina aplicado nas taxas de 0,125% e 0,325% do princípio ativo por quilo do produto, apresentavam apenas escarificações superficiais, com a presença de discretas galerias e perfurações, enquanto que severos desgastes foram verificados nas peças tratadas com gama-BHC, apresentando perfuração completa.

HOWICK & CREFFIELD (1977) realizaram testes em laboratório com amostras de madeira de *Eucalyptus regnans* F. Muell, nas dimensões 12,5 mm x 12,5 mm x 0,90 mm tratadas com soluções preservantes de dois inseticidas: Dursban (clorpirifós) e Dieldrin. O material foi exposto ao ataque de três espécies de cupins australianos: *Coptotermes acinaciformis* (Froggatt), *Coptotermes lacteus* (Froggatt) e *Nasutitermes exitiosus* (Hill). As amostras, tratadas pelo método de impregnação a vácuo, foram submetidas ao solvente mineral terebintina contendo 0,5% de cera parafinada, em cinco valores de retenção: para o inseticida clorpirifós com 0,08; 0,16; 0,32; 0,64 e 1,28 e para o Dieldrin com 0,08; 0,16; 0,32; 0,64 e 1,28 quilograma por metro cúbico de madeira, respectivamente. Em seguida, as amostras foram submetidas a uma vigorosa lavagem, para simular a perda do preservativo por lixiviação induzida. Os resultados indicaram diferenças significativas na proteção oferecida à madeira contra as duas espécies de *Coptotermes*, sendo que o Dursban apresentou considerável potencial como componente cupinicida e como solução preservativa.

HOWICK & CREFFIELD (1979) conduziram testes em laboratório, nos quais verificaram a eficácia de dois piretróides sintéticos experimentais (SP-1 e SP-2) na proteção da madeira contra o ataque de cupins australianos das espécies *Mastotermes darwiniensis* Froggatt, *Coptotermes acinaciformis* (Froggatt) e *Nasutitermes exitiosus* (Hill). O mesmo teste serviu para avaliar a eficiência desses piretróides com o tempo de exposição ao solo, em comparação com aldrin, um organofosforado. As amostras, feitas de *Eucalyptus regnans* F. Muell, foram tratadas também por impregnação a vácuo nos seguintes valores de retenção: para os piretróides experimentais com 0,008; 0,04; 0,08 e 0,16 e para o Aldrin 0,016; 0,08 e 0,8 quilograma por metro cúbico de madeira, respectivamente.

Depois de submetida ao processo de lixiviação induzido já mencionado, metade das amostras foi coberta com solo por seis semanas. Em seguida, todas as amostras foram secas e pesadas. Os resultados demonstraram que o piretróide SP-1 na retenção de 0,08 Kg/m<sup>3</sup> foi considerado mais eficiente como preservante da madeira, em comparação ao aldrin no mesmo valor de retenção. Para o piretróide SP-2, ficou demonstrado sua pouca eficiência como preservativo da madeira, em relação a uma espécie de cupim, também no valor de retenção de 0,08 Kg/m<sup>3</sup>.

Os dados obtidos pela análise das amostras cobertas com solo foram insuficientes para a determinação da sensibilidade dos produtos à degradação microbiológica. Desse modo, os autores ressaltam a necessidade de informações adicionais sobre o comportamento dos produtos testados na proteção da madeira e de outros materiais, com ou sem o contato com o solo, além de melhores avaliações sobre as ações de fixação que possam ocorrer quando esses produtos forem incorporados à madeira.

BEAL (1979) avaliou, em testes de campo e laboratoriais, três tipos de inseticidas clorados diluídos em fenol formaldeído, uma cola muito utilizada na confecção de aglomerados e compensados de madeira de *Pinus* sp. A adição do inseticida à cola tinha a finalidade de prevenir o ataque de cupins de madeira seca (*Cryptotermes brevis*) e de cupins subterrâneos (*Reticulitermes flavipes* (Kollar), *Reticulitermes virginicus* (Banks), *Coptotermes niger* (Snider) e *Heterotermes tenuis* (Hagen). Foi aplicado clordane, um organoclorado, nos materiais aglomerado e compensado nas concentrações 0,05%; 0,10% e 0,20% e nas amostras maciças a 0,10% e 0,20%. Um outro inseticida, o heptacloro, foi aplicado no aglomerado e compensado a 0,02%; 0,05% e 0,10% e nas amostras maciças, a 0,05% e 0,10% de concentração. Outro composto, O HCS-3260 (octacloro4,7-metanotetrahidroindane) foi aplicado em concentrações de 0,05%; 0,10% e 0,20% no aglomerado e compensado e a 0,10% e 0,20% nas amostras maciças. Algumas amostras foram expostas a 50 ninfas de *Cryptotermes brevis*, enquanto outras foram disponibilizadas para consumo dos cupins subterrâneos.

As amostras foram examinadas no sexto mês e no quarto ano após a aplicação, utilizando-se para isso, uma avaliação visual baseada numa escala de 0 a 5. Foram observados

desgaste significativos causados pelos cupins subterrâneos, tanto no material compensado quanto nas amostras maciças. Nesse mesmo período, o heptacloro a 0,02%; 0,05% e 0,10% de concentração e o clordane nas concentrações 0,05%; 0,10% e 0,20% ofereceram boa proteção ao material compensado. Esse último composto mais o HCS-3260, não evitaram danos estruturais no material aglomerado nas duas concentrações mais baixas (0,05% e 0,10%). Danos de mesma magnitude foram observados nas amostras maciças tratadas com o clordane na concentração de 0,05%.

HOWICK & CREFFIELD (1981) realizaram bioensaios em laboratório utilizando amostras feitas do cerne de *Eucalyptus regnans* F. Muell., nas dimensões 12,5 mm x 12,5 mm x 90 mm. Esse material foi tratado com soluções preservantes de dois inseticidas diluídos em solvente mineral (turpentina), contendo 0,5% de cera parafinada sob diferentes valores de retenção: para o Dursban (clorpirifós) com 0.08; 0.16; 0.32; 0.64 e 1.28 e para o dieldrin com 0.04; 0.08; 0.16; 0.32 e 0.64 quilograma por metro cúbico, respectivamente. Para simular o desgaste da madeira, as amostras foram sujeitas à lixiviação induzida. Em seguida, foram expostas ao ataque de duas espécies de cupins australianos: *Coptotermes lacteus* (Froggat) (Rhinotermitidae) e *Nasutitermes exitiosus* (Hill) (Termitidae). A eficácia dos inseticidas foi comparada com base no percentual da perda de massa das amostras e na taxa de sobrevivência dos cupins após 84 dias de testes. Os resultados indicaram que tanto o Dursban quanto o dieldrin apresentaram boa resposta como soluções preservantes, com eficiências similares.

BADAWI *et al.* (1983) testaram a proteção de algumas soluções preservantes para cinco espécies de madeiras nativas da Arábia Saudita contra o ataque de cupins subterrâneos. No teste de efetividade foram avaliados quatro inseticidas comerciais: clordane 72%, sumithion 50%EC, permetrina 23,0%EC e seven 85%WP diluídos em água, em comparação ao betume não diluído. Estacas de madeira com 35 cm de comprimento foram submetidas ao tratamento por esses produtos pelo método de imersão durante 36 horas, e depois postas para secagem por 48 horas a uma temperatura de 35,5°C. Os três primeiros produtos foram aplicados a uma taxa de 20 ml e o quarto a 1,2 ml por litro de água. As estacas permaneceram enterradas no solo por doze meses, expostas ao ataque de cupins subterrâneos *Psamotermes hybostoma* Desneux e *Amitermes* sp. A avaliação dos danos encontrados foi baseada em critério subjetivo, através de verificação visual simples, utilizando-se uma escala de notas de zero a cinco. Os resultados mostraram que nenhuma espécie de madeira tratada e testada ficou inteiramente imune ao ataque dos cupins, apresentando susceptibilidade aos mais variados graus de danos. Do total de cinco produtos testados (os inseticidas e o betume), o clordane, na quantidade de 20ml/L, mostrou melhor eficiência oferecendo proteção total às madeiras tratadas seguido pelo betume, permetrina e Sumithion. O Seven não ofereceu qualquer proteção às madeiras tratadas.

OLIVEIRA (1983) comparou, em laboratório, a efetividade de cinco inseticidas piretróides sintéticos com os seguintes ingredientes ativos: fenvalerato, permetrina, cipermetrina, decametrina e fenotrin mais a permetrina natural adicionada ao sinergista (butóxido de piperonila) com o tradicional pesticida clordane (organoclorado). O autor avaliou na oportunidade, o grau de ataque de acordo com o tempo de exposição das amostras ao ataque dos cupins. Essas amostras, feitas de *Pinus elliottii* medindo 7,0 cm x 2,3 cm x 0,6 cm, foram imersas, por uma hora, em solução alcoólica nas concentrações 0,1%; 0,01%; 0,001% e 0,0001 e, em seguida foram expostas ao ataque do cupim de madeira seca *Cryptotermes* sp. Os resultados obtidos após 12 meses, mostraram que, exceto o clordane e o fenotrin, os demais produtos testados apresentaram eficiências similares na proteção da madeira, ou seja, todos os piretróides usados mostraram-se tanto ou mais eficientes que o clordane. Dentre os piretróides testados, o decametrina foi o mais eficaz, seguido em ordem decrescente pela cipermetrina e fenvalerato. O trabalho de OLIVEIRA (*op. cit.*) evidenciou, também, que os ingredientes ativos decametrina, cipermetrina e fenvalerato ofereceram boa proteção à madeira, nas retenções máximas, um ano após o tratamento.

HOWICK & CREFFIELD (1981a) em uma série de bioensaios de laboratório, trabalharam com amostras de *Pinus radiata* D. Don e *Eucalyptus regnans* F. Muell, no tamanho 15 mm x 25 mm x 50 mm, tratadas por impregnação a vácuo por três inseticidas piretróides sintéticos e um organoclorado. As retenções, em quilograma por centímetro cúbico de madeira e os produtos utilizados foram respectivamente: 0,02; 0,04; 0,08; 0,12 e 0,16 para o fenvalerato; 0,008; 0,04 e 0,20 para a cipermetrina; 0,002; 0,01 e 0,05 para a decametrina e deltametrina e 0,8 para o Aldrin (organoclorado). O grupo controle foi tratado apenas com solvente mineral (turpentina) mais 0,5% de cera parafinada. No final de um ano, os resultados mostraram que a cipermetrina teve boa performance preservante da madeira, apesar dos severos danos causados pelo ataque dos cupins *Mastotermes darwiniensis* na retenção de 0,002 Kg/m<sup>3</sup>. Da mesma forma, a decametrina na retenção de 0,05Kg/m<sup>3</sup> e a deltametrina, para todos os níveis de retenções avaliados, também apresentaram boas performances preservantes. Nas retenções consideradas mínimas (0,002 Kg/m<sup>3</sup>), a deltametrina conferiu a mesma proteção do Aldrin na retenção de 0,8 Kg/m<sup>3</sup>. Com esses resultados, os autores concluíram que, embora os piretróides possam oferecer boa proteção à madeira, ainda devem ser submetidos a outros testes para avaliação dos seus níveis efetivos de retenção. O fenvalerato ofereceu boa proteção às madeiras consideradas duras e moles, contra o ataque das duas espécies de cupins economicamente mais significantes da Austrália citadas anteriormente.

READ & BERRY (1984) testaram o piretróide sintético cipermetrina como substância alternativa nos tratamentos preventivo e curativo da madeira, em substituição ao organoclorado  $\gamma$ -HCH (1,2,3,4,5,6-hexaclorociclohexano). As metodologias aplicadas nos testes indicadas como BS 6239 (EN119) e BS 6240 (EN118), não foram descritas no presente trabalho. Os pesquisadores concluíram que a impregnação a vácuo pela cipermetrina protegeu completamente a madeira de *Pinus* sp na concentração de 0,1%, contra o ataque *Reticulitermes santonensis*. Os autores relatam que este composto pode ser considerado de bom potencial como preservante de madeiras, tanto na aplicação de pré-tratamento quanto nas situações de tratamento curativo. Acrescentam, ainda, que nenhum inseticida de uso potencial na preservação de madeira pode ser totalmente avaliado em laboratório, admitindo que os testes de campo são essenciais, incluindo-se uma variedade maior de espécies de cupins. Além disso, os produtos testados devem ser submetidos às mais diversas condições climáticas.

CREFFIELD & HOWICK (1984) realizaram três bioensaios em laboratório com amostras feitas de *Pinus radiata* D. Don medindo 15 mm x 25 mm x 100 mm e outras feitas do cerne de *Eucalyptus regnans* F. Muell medindo 15 mm x 25 mm x 50 mm, ambas as espécies de madeira tratadas com inseticidas pelo método de impregnação a vácuo. Os produtos testados e as respectivas retenções, em quilograma por metro cúbico de madeira, foram: no bioensaio I: permetrina 0,0016; 0,008; 0,04; 0,08 e 0,16 e Aldrin 0,016; 0,08 e 0,80; no bioensaio II: permetrina 0,08, fenvalerato 0,08 e Aldrin 0,80; no bioensaio III: fenvalerato 0,02; 0,04; 0,08; 0,12 e 0,16 e Aldrin 0,80. O grupo controle foi tratado com solvente mineral turpentina adicionado a 0,5% de cera parafinada. As amostras foram submetidas à seguinte série de desgaste artificial: cinco dias de secagem no forno a 50°C; impregnação de água a vácuo; um dia de imersão em água a 50°C; um dia de secagem em estufa a 50°C e, finalmente, mais cinco dias de secagem a vácuo, em forno a 50°C. Foi aplicada, ainda, uma segunda seção de impregnação por água a vácuo, seguida da mesma série de desgaste anteriormente descrita, mais cinco dias de secagem a vácuo em forno a 50°C, excluído um dia de secagem em estufa dos procedimentos anteriores.

A série de amostras do bioensaio I foi submetida, ainda, à lavagem e volatilização, e sua performance foi comparada com a das réplicas das amostras não tratadas.

No bioensaio II, as amostras foram sujeitas a uma cobertura de solo não estéril, rico em flora e fauna microbiológicas, pelo período de seis semanas.

No bioensaio III, todos os blocos foram submetidos ao desgaste artificial descrito anteriormente. Para a avaliação da eficiência da permetrina e do fenvalerato como cupinícidas, as amostras tratadas foram submetidas ao ataque de cupins subterrâneos *Mastotermes darwiniensis*, *Coptotermes acinaciformis* e *Nasutitermes exitiosus*. Os testes duraram de oito a doze meses e as conclusões foram baseadas na perda em massa dessas amostras e no índice de sobrevivência dos cupins.

As amostras do bioensaio I expostas ao ataque de *Nasutitermes exitiosus*, mostraram diferenças significativas entre as que foram submetidas ao desgaste e aquelas que não sofreram esse processo, com relação a permetrina, nas retenções 0,0016 e 0,008 kg/m<sup>3</sup> de madeira. Nas amostras desse bioensaio tratadas com aldrin e submetidas ao ataque das espécies *C. acinaciformis* e *N. exitiosus*, ocorreram diferenças importantes para a retenção de 0,0016 kg/m<sup>3</sup>, em ambas as situações de ataque.

No bioensaio II, a perda em massa das amostras, depois de seis semanas de teste, foi menor que 0,5%, não sendo, por isso, considerada no trabalho. Entretanto, em alguns casos, a performance preservante das amostras cobertas com solo, comparadas com as que não o foram, indicou perda da toxicidade do produto. A série de bioensaios, porém, não foi estatisticamente suficiente para chegar-se a uma evidência conclusiva sobre a sensibilidade da permetrina e do fenvalerato à degradação microbiológica. No entanto, a eficiência da permetrina em valores de retenção de 0,08 kg/m<sup>3</sup> foi semelhante à do Aldrin com valores de retenção dez vezes maiores (0,80 Kg/m<sup>3</sup>), para as três espécies de cupins utilizadas. O fenvalerato, na retenção de 0,08 Kg/m<sup>3</sup>, se mostrou nitidamente inadequado na proteção das amostras de *Eucalyptus* contra o ataque de cupins *M. darwiniensis*. Por outro lado, esse mesmo nível de retenção pareceu relativamente tóxico ou de efeito repelente para as demais espécies de cupins.

No bioensaio III, as amostras de *Eucalyptus* tratadas com fenvalerato foram severamente atacadas nas três menores retenções (0,02; 0,04 e 0,08 Kg/m<sup>3</sup>) em relação ao nível de ataque nas amostras tratadas apenas com solvente. Para as amostras de *Pinus radiata* tratadas com solvente, ocorreu um baixo índice de ataque, representando um resultado inesperado, para o qual os autores não encontram nenhuma explicação satisfatória.

TSUNODA & NISHIMOTO (1985) avaliaram cinco inseticidas organofosforados em laboratório, comparando-os com o organoclorado clordane, utilizado nas concentrações de 0,5% e 1,0%. Os organofosforados testados e suas concentrações de uso foram: clorpirifós 0,1%; fenitrotion 0,2% e 0,4%; Phoxim (*organotiofosfato*) 0,1%; acefato (sinonímia de orto-1,2,4,2.) 0,1% e 0,2% e tetraclorvinfós (comumente conhecido como Gardona ou Rabon) 0,1%. Amostras de *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. medindo 10 mm x 10 mm x 20 mm foram tratadas pelo método de pincelamento superficial, numa taxa de 110±10 g/m<sup>2</sup> de retenção da solução. Após o tratamento, as amostras foram secas sob temperatura ambiente por vinte dias. Dez amostras do mesmo tratamento foram divididas em dois grupos: um, correspondendo às amostras tratadas-lavadas e o outro àquelas tratadas-não lavadas. Em seguida, cada uma das amostras foi colocada no centro de um recipiente de acrílico recebendo, cada um, 150 operários e 15 soldados do cupim subterrâneo *Coptotermes formosanus* Shiraki, durante 21 dias a 28±2°C, no escuro. A avaliação do ataque foi feita de acordo com a perda em massa dessas amostras.

Os resultados mostraram que os organofosforados testados foram eficientes na concentração de 0,2%, com percentual de perda em massa do material menor que 3%, embora ataques moderados tenham sido observados excepcionalmente nas amostras tratadas com fenitrotion submetidos à lixiviação artificial. Os autores admitem que os tratamentos feitos no Japão, com uso do clordane, na concentração de 2%, apresentaram proteção total à madeira contra o ataque dos cupins. Na faixa de 0,5% a 1,0% de concentração desse produto, o ataque dos cupins pode não ser totalmente suprimido.

A eficiência do clorpirifós a 0,1% foi igual ou maior que a do clordane a 1,0%. Os resultados sugerem que o clorpirifós apresenta considerável potencial na aplicação superficial, além de apresentar aplicabilidade para tratamento sob pressão na madeira.

O fenitrothion tem sido muito utilizado nos tratamentos para proteção de compensados e aglomerados. Entretanto, ele não é tão efetivo como cupinicida quanto o clorpirifós e o phoxim. Nos tratamentos com fenitrothion a 0,2% , o efeito da lavagem foi notado através do declínio na mortalidade dos cupins, acompanhado do aumento de perda em massa das amostras.

O phoxim apresentou resultados promissores no controle do ataque de cupins, uma vez que foram constatadas apenas ranhuras superficiais nas amostras tratadas a 0,1% e 0,2% de concentração desse composto. Adicionalmente, não ocorreu nenhum ataque a 0,4% ou abaixo desse valor, devido ao forte efeito do produto sobre os cupins.

A eficiência do acefato foi inferior, quando comparada à dos outros dois produtos mais efetivos (clorpirifós e phoxim), uma vez que, a 0,1% de concentração, o acefato permitiu uma perda em massa acima de 3% nas amostras submetidas a lavagem.

O tetraclorvinfós apresentou uma performance relativamente alta, uma vez que apenas danos superficiais ocorreram nas amostras tratadas na concentração mais alta desse produto (0,6%). Com apoio nos resultados encontrados, o clordane foi com certeza o mais eficiente nas concentrações de 1,0% e 2,0%. Dos cinco inseticidas organofosforados avaliados, o clorpirifós e o phoxim foram bons indicadores de boa performance, seguidos do acefato e do tetraclorvinfós.

Por outro lado, deve-se considerar também a maior persistência da efetividade de um produto como um importante fator na aplicação prática. Trabalhos recentes apontam que os organofosforados não podem ter uma performance tão longa quanto à dos hidrocarbonetos clorados, uma vez que os efeitos adversos na atividade dos organofosforados podem ser produzidos pelos raios ultravioleta. Finalizando, os autores afirmam que, tanto testes laboratoriais quanto de campo podem ser capazes de responder questões como a da maior estabilidade e persistência dos organofosforados no ambiente.

PRESTON *et al.* (1986) testaram a eficácia entre os produtos CCA (cobre, cromo e arsênio) e os compostos de alquilamônia e dissódio octoborato na proteção da madeira tratada fora do contato com o solo. Amostras de *Pinus sp.* medindo 125 mm x 50 mm x 25 mm foram expostas ao ataque de *Reticulitermes flavipes* e *Coptotermes formosanus*. Os resultados indicaram uma marcante diferença de tolerância aos preservativos entre as duas espécies de cupins. O método empregado ofereceu uma avaliação rápida da função preservante de madeira para os produtos testados. Como esperado, o CCA apresentou excelente performance preservativa em ambos os locais escolhidos para o teste (Flórida e Havaí), seguido pela dimetilamônia (ou cloreto de dialquil, agente flocculante na fabricação da sílica hidratada para uso como diluente sólido). O tratamento à base de borato foi mais susceptível ao ataque de *C. formosanus* do que ao de *Reticulitermes sp.* Um dos compostos da alquilamônia mostrou efeito oposto ao do borato quanto à susceptibilidade das espécies de cupins. Desse modo, as amostras tratadas com cloreto de laurimetilamônia foram mais atacadas por *Reticulitermes flavipes* do que por *C. formosanus*.

YOSHIMURA *et al.* (1989) avaliaram a eficácia de três piretróides (permetrina, fenvalerato e fluvalinato) no tratamento de madeira contra o ataque de *Coptotermes formosanus* Shiraki. Os produtos foram diluídos em querosene nas concentrações 0,2%; 0,4% e 1,0% e aplicados pelo método de pincelamento em amostras de *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. Na seqüência, essas amostras foram cobertas com substrato esterilizado a pH 4,7. As três concentrações utilizadas no teste para o fenvalerato e fluvalinato forneceram à madeira o mesmo grau de resistência aos microrganismos do solo, e a taxa de recuperação dos produtos foi reduzida linearmente após 12 meses em contato com o substrato, ou seja: 50%, 40% e 30% para as concentrações respectivas de 1,0%, 0,4% e 0,2%. A permetrina também apresentou redução na taxa de recuperação, no mesmo período de contato com o solo, o que sugere uma baixa



resistência aos microrganismos do solo em relação aos outros dois produtos. A perda de massa nas amostras tratadas sugere que os piretróides mantiveram satisfatória eficiência como cupinicida a 1,0% de concentração após esse período. Quanto à estabilidade dos produtos em relação ao período de desgaste em contato com o substrato, fluvalinato e fenvalerato foram os primeiros, seguidos pela permetrina, uma vez que 50% das amostras tratadas com aqueles compostos a 1,0% de concentração apresentaram resistência efetiva ao ataque de cupins.

Análises químicas feitas através de cromatografia revelaram que a taxa de recuperação do fluvalinato e do fenvalerato nas concentrações de 0,2% e 0,4% foi menor que a dos tratamentos a 1,0%. Quando comparados aos produtos organofosforados em testes de degradação no solo, o fluvalinato ofereceu melhor resistência da madeira, em relação ao clorpirifós e ao phoxim. Como conclusão, os autores consideram que os piretróides na concentração de 0,1% apresentaram boa performance preservante da madeira após 12 meses em contato com o substrato. Na concentração de 0,4%, os três piretróides apresentaram eficiência na mortalidade de cupins, mesmo após seis meses de contato das amostras com o solo. Quando o período de desgaste superou os períodos de seis e doze meses nas concentrações respectivas de 0,2% e 0,4%, a perda em massa das amostras ficou na taxa dos 3%.

GRACE *et al.* (1993) avaliaram, em testes de laboratório, o comportamento de um fungicida quando adicionado a um inseticida, bem como a possível aplicação deste último na função de cupinicida. O fungicida clorotalonil (CTL=tetracloroisofaltonitrila), foi adicionado clorpirifós, um inseticida organofosforado, aplicado na concentração de 0,3% diluído em dois solventes, xileno e tolueno. O processo de tratamento foi o de impregnação a vácuo aplicado nas seguintes retenções: 0,1; 0,2; 0,4 e 0,8, em quilograma por metro cúbico. A solução assim obtida foi aplicada em amostras de madeira aglomerada de *Pinus* sp. Após o tratamento, as amostras permaneceram por 10 minutos em condições ambientais e depois pesadas. Um grupo controle foi tratado com xileno e o outro não. A efetividade da formulação foi avaliada pela perda em massa das amostras e por estimativa visual de ataque. As amostras foram colocadas em recipientes fechados contendo substrato mais 30mL de água destilada. Foram aplicados às amostras, quatro semanas antes da exposição aos cupins, os seguintes processos de desgaste: evaporação do solvente em condições ambientais por 15 dias; secagem em forno a 40°C por cinco dias e em estufa a 90°C por um dia. Essas amostras foram novamente colocadas por três dias, em estufa a 90°C, quando foram, finalmente, expostas ao ataque de 360 operários e 40 soldados de cupins da espécie *Coptotermes formosanus* Shiraki. O recipiente foi mantido fechado em local com temperatura controlada por 28 dias.

Os pesquisadores concluíram que a pequena quantidade de clorpirifós adicionada à formulação resultou numa alta mortalidade dos cupins na mais alta retenção do produto, não exercendo, no entanto, qualquer influência significativa sobre o efeito dos danos causados pelos cupins, decorrentes das quatro semanas de alimentação forçada. Grace e seus colaboradores, através de consultas a trabalhos de outros pesquisadores, afirmam que, embora se saiba que o clorpirifós é decomposto a uma temperatura superior a 150°C, é possível que tenha ocorrido degradação do produto em seus experimentos, devido à exposição das amostras à temperatura de 90°C.

FEARS (1994) revisou diversos experimentos de avaliação do clorpirifós como agente cupinicida no tratamento de madeira. O autor comenta que, nos testes laboratoriais, não se conseguiu estabelecer o limiar tóxico desse preservante, quando aplicado a uma concentração de 0,1%. Recomenda ainda que, nos experimentos de longa duração, utilizando estacas de madeira em contato com o solo, estas devam ser tratadas com uma combinação do clorpirifós e um fungicida de suporte. Nessa revisão, o autor comenta, ainda, que os experimentos mostram o clorpirifós como um agente efetivamente protetor da madeira em contato com o solo contra cupins subterrâneos, mesmo quando aplicado superficialmente, tanto pelo método de pincelamento, quanto pelo processo de impregnação a vácuo. Finalmente, o autor conclui que os

testes feitos com o clorpirifós sugerem boa duração da proteção à madeira, atuando por três ou quatro anos, mesmo nos tratamentos que utilizam técnicas de pincelamento superficial das peças. Nos tratamentos por impregnação a vácuo, essa proteção pode chegar a mais de seis anos. Acrescenta, ainda, que a longevidade e eficácia da substância preservante na proteção da madeira em contato com o solo, podem ser proporcionadas pela mistura de um fungicida de contato na elaboração de tal formulação.

ADAMS & LINDARS (1996) revisaram trabalhos que tratavam da eficácia do uso do piretróide deltametrina como preservante de madeira. A propriedade desse inseticida ajusta-se bem à preservação de madeiras, pois mesmo em baixas concentrações pode proteger árvores decíduas e madeiras em uso contra o ataque de insetos, seja por aplicação superficial, aspersão, pincelamento, imersão ou impregnação. Diferentes formulações foram descritas e testadas, juntamente com a realização de testes de campo com madeiras tratadas utilizando-se este produto, simulando sua aplicação em madeira. Os pesquisadores concluíram que aproximadamente 90% da deltametrina aplicada pelo método de pincelamento superficial sob diferentes formulações permaneceram no material, formando uma camada de até 2 mm, oferecendo um efeito preservante contra cupins. Além disso, ao se adicionar deltametrina à cola de uréia formaldeído na composição de material compensado e aglomerado, esses compostos podem conferir excelente ação protetora contra o ataque de cupins.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Corpos-de-Prova

A madeira de *Pinus* sp. foi utilizada para a confecção das amostras destinadas ao teste de efetividade das substâncias preservativas. A escolha desse tipo de madeira justifica-se por sua baixa resistência ao ataque dos cupins e pela facilidade de impregnação por compostos químicos (FOUGEROUSSE, 1969; LEPAGE, 1970).

Objetivando facilidades de repetição e no direcionamento do experimento, os corpos-de-prova foram preparados na forma de estacas, nas seguintes dimensões: 30 cm x 2,5 cm x 2,5 cm.

De acordo com FOUGEROUSSE (1976) outros aspectos considerados na escolha do tipo de madeira foram, exceto as dimensões e a forma, são a melhor penetrabilidade dos compostos através da delimitação de sua espessura além da rapidez do processo de biodeterioração, da facilidade de fabricação e de colocação no campo. Os corpos de prova, já nas dimensões mencionadas, foram colocados no interior da câmara de climatização sob temperatura e UR respectivamente,  $20 \pm 1$  C° e  $65 \pm 5\%$ , para estabilização do teor de umidade.

A matéria prima foi proveniente de um exemplar recém abatido de árvore de *Pinus* para a confecção dos corpos-de-prova. A madeira para essa finalidade era de padrão uniforme, livre de nós, fendas, manchas causadas por fungos, sinais de apodrecimento, orifícios de insetos ou outros defeitos que pudessem desfavorecer a uniformidade do tratamento.

O processo de desdobramento da matéria prima foi feito preliminarmente com a eliminação da casca, com ajuda de um enxó com lâmina de 6"x5". Para o sarrafeamento, utilizou-se uma serra circular conjugada 3 em 1 (circular, tupia e furadeira) marca RAIMANN, de 5,5 HP, com extremidade em ângulo de 45°. O desdobramento da madeira foi feito em serra circular marca INVICTA LIMEIRA de aparelhamento no desempenho das toras com 25 cm de diâmetro. (Figura 1).



Figura 1. Serra circular INVICTA LIMEIRA utilizada na confecção dos corpos-de-prova.

### 3.2. Quantidade dos corpos-de-prova

Foram manufacturados 270 corpos-de-prova, com a finalidade de fazer parte de todos os tratamentos. Essa quantidade foi obtida pelo produto dos seguintes critérios: dois períodos de leitura das amostras; cinco concentrações de uso na formação da calda preservativa; três ingredientes ativos avaliados, três áreas e três repetições.

### 3.3. Medição das dimensões dos corpos-de-prova:

Foram tomadas as medidas da largura, comprimento e espessura de cada corpo-de-prova, utilizando-se um paquímetro ALTAPIER 150mm e uma folha milimetrada no formato A3= 297mm x 420mm, com divisão 290 mm x 390 mm.

### 3.4. Desumidificação dos corpos-de-prova

Para diminuição do teor de umidade contido nas amostras, os corpos-de-prova foram colocados em sala climatizada a  $20 \pm 1^\circ \text{C}$  e  $60 \pm 5\%$  de U.R. por 20 dias. Durante esse período, amostras escolhidas aleatoriamente, eram pesadas até que se configurasse a estabilidade do peso (Figura 2).



Figura 2. Corpos-de-prova no interior da câmara de climatização na fase de estabilização do teor de umidade residual.

### 3.5. Secagem primária dos corpos-de-prova

Após o processo de desumidificação, as amostras foram acondicionadas em estufa modelo SE-320 FANEN à temperatura de  $103 \pm 3^\circ \text{C}$  para secagem. Para verificação da perda de

água e estabilidade de massa das amostras, foi feita a pesagem durante cinco dias. Com esse propósito, três unidades de cada série ensaio, escolhidas ao acaso, foram submetidas à pesagem em balança eletrônica GEHAKA modelo BG1000 com capacidade de 1.000g. (Figuras.3 e 4).



Figura 3. Balança eletrônica modelo BG GEHKA 1000 utilizada na aferição da perda de massa.



Figura 4. Secagem dos corpos-de-prova sob temperatura de  $103\pm 3^{\circ}\text{C}$  em estufa modelo SE-320 FANEN

### 3.6. Produtos ensaiados

As substâncias preservativas testadas foram compradas diretamente em lojas que comercializam inseticidas para uso no controle químico de cupins e outros insetos que infestam ambientes domésticos. São produtos comumente utilizados por empresas especializadas nos serviços de tratamentos químico preventivo e curativo do mobiliário e madeiramento estrutural em residências.

### 3.7. Inseticidas e seu uso na proteção da madeira e o cuidado ambiental

De acordo com BERRY (1979), o uso de produtos inseticidas no tratamento preventivo da madeira deve atender alguns requisitos básicos, dentre eles o de serem tóxicos ou terem ação repelente, tanto para a fase adulta quanto para a fase larvar do inseto alvo; apresentarem alto grau de permanência na madeira; serem facilmente solúveis, terem compatibilidade e estabilidade quando misturados a solventes comerciais e serem de baixo risco de contaminação ambiental.

A indústria de preservação da madeira utilizou-se, durante muitos anos, de produtos derivados de hidrocarbonetos clorados que foram, gradativamente, substituídos em todo o mundo por produtos menos agressivos aos ecossistemas (BERRY, 1984). Por essa razão, muitas substâncias como o aldrin, o heptacloro e o clordane (organoclorado) foram proibidas no mercado mundial, por poderem permanecer ativas no solo até 23 anos depois de aplicados (SMITH *et al.*, 1972).

Há mais de três décadas a indústria de preservação de madeiras se viu frente ao problema de ordem ambiental relativo à utilização de um inseticida que substituísse satisfatoriamente o Dieldrin, produto químico muito persistente no ambiente e tradicionalmente usado na proteção do madeiramento empregado nas construções, contra o ataque de insetos xilófagos (OSLER & STONE, 1984).

### 3.8. Inseticidas organofosforados

Os inseticidas organofosforados são conhecidos também por compostos OP (sigla em inglês de organofosforados), porque têm a maioria dos seus componentes químicos sob a forma de fosfato. Representam hoje aproximadamente 40% dos inseticidas sintéticos registrados nos Estados Unidos e atualmente muito utilizados nos demais países (MATSUMURA, 1976).

O clorpirifós (um de seus derivados) tem sido o *princípio ativo* mais usado no mundo, tanto no controle de pragas na agricultura quanto na área urbana. Foi sintetizado, pela primeira vez, em 1961. Em 1983 J. Kozuma (Japão) e K. Rose (Estados Unidos), realizaram estudos independentes para avaliar seu potencial no tratamento de madeiras (ROSE *et al.*, 1984).

Segundo KENAGA *et al.* (1965) o inseticida comercial Dursban (clorpirifós) é um produto moderadamente residual em plantas, tornando-se completamente residual quando aplicado sobre superfícies inertes como a madeira.

Um outro produto do grupo dos organofosforados, o 60 EC Diazinon (princípio ativo diazinon), é um dos inseticidas mais usados no tratamento, controle e formação de barreira química de solo para cupins subterrâneos. Segundo testes nos quais esse produto foi usado com essa finalidade, aproximadamente 10% da aplicação original do produto permaneceram no substrato por 24 meses (GETZIN & ROSEFIELD, 1966).

São produtos biodegradáveis, não se acumulam no organismo, são instáveis quimicamente, tóxicos para vertebrados e pouco persistentes no ambiente.

Inibem a enzima colinesterase, bloqueando a transmissão nervosa no nível de sinapse; provocam contrações rápidas na musculatura voluntária e, finalmente, paralisia e morte do inseto.

### 3.9. Inseticidas piretróides sintéticos

O piretróide foi descoberto a partir de pesquisas com uma planta da família Compositae, do gênero *Crysanthemum*. Os poderes do piretro são conhecidos desde o início do século XVII e, em 1815, já era usado em quase todo o mundo.

Nos últimos 30 anos, a indústria de preservação da madeira tem demonstrado um crescente interesse no uso de piretróides sintéticos como inseticidas na formulação de preservante de madeira (CARTER, 1984).

Um dos primeiros piretróides sintetizados foi a aletrina. Em 1975, iniciou-se uma série de ensaios em laboratório para se determinar a sua eficiência contra cupins, e para seu possível aproveitamento como um promissor potencial preservante de madeira (HOWICK & CREFFIEL D, 1979).

Estudos realizados através de testes de efetividade com outro princípio ativo, indicaram que a substância cipermetrina também apresentou considerável potencial como preservativo de madeiras (READ & BERRY, 1984). DUGUET (1986) comprovou que o deltametrina, outro piretróide sintético, possui vantagens tanto como inseticida quanto como preservativo de madeira. Esses produtos apresentam como principais características uma relativamente baixa toxicidade para os seres humanos, evaporação reduzida, retenção prolongada e pouca perda por lixiviação quando aplicado na madeira.

Os piretróides agem sobre os canais de sódio das membranas dos neurônios, provocando a emissão de impulsos nervosos espontâneos que levam à contração muscular, paralisia e morte do inseto. São geralmente irritantes, provocando desalojamento e até repelência às superfícies tratadas.

São pouco persistentes no ambiente, muito sensíveis ao UV e com relativo poder residual; apresentam substituição no radical alfa-ciano e alta concentração de isômeros mais ativos.

A permetrina é estável em grande extensão dos valores de pH; apresenta moderada degradação no solo e sua meia vida é dependente do tipo de substrato edáfico, da população microbiana, da concentração e das condições aeróbicas (Informe Técnico FMC do Brasil, 2000).

### 3.10. Ficha técnica dos inseticidas utilizados:

#### Produto 1: Dursban 4E

Nome comercial : Dursban 4E

Ingrediente ativo: Clorpirifós

Grupo químico: Organofosforados

Solubilidade: emulsionável em água e miscível com a maioria dos solventes orgânicos.

Fórmula empírica:  $C_9H_{11}Cl_3NO_3PS$

Ponto de fusão: 41,5 – 43,5°C

Formulação: concentrado emulsionável

Densidade: 1

Nome químico: 0,0-dietil 0-(3,5,6-tricloro-2 piridil ) fosforotioato

Concentração: 48% m/v i.a.

**Produto 2: Diazinon 60EC**

Nome comercial: Diazinon 60 EC

Classe: inseticida de amplo espectro

Ingrediente ativo: diazinon

Grupo químico: organofosforados

Nome químico: 0,0-dietil 0-2isopropil60metil-pirimidin –4-ilafosfootioato ou tiofosfato de 0,0-dietil 0-2-isopropil-6-metilpirimidin-4-ila

Concentração: 60% m/v do i.a puro.

Formulação: concentrado emulsionável

Densidade: 1

Fórmula bruta: C<sub>12</sub> H<sub>21</sub> N<sub>2</sub> O<sub>3</sub> PS

Solubilidade: emulsionável em água e miscível com a maioria dos solventes orgânicos.

**Produto 3: Dragnet 384 CE**

Nome comercial: Dragnet 384 CE

Ingrediente ativo: Permetrina

Grupo químico: Piretróides

Concentração: 38,4% p/v.

Solubilidade: Emulsionável em água e miscível com a maioria dos solventes orgânicos

Densidade: 1

Nome químico: 3-phenoxybenzil(1RS)-cis,trans-3-(2-2-diclorovinil)-2,2-dimetilciclopropanocarboxilato.

Formulação: concentrado emulsionável

Fórmula bruta: C<sub>21</sub> H<sub>20</sub> Cl<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>

Ponto de fulgor: 28°

Para facilitar o procedimento de tratamento por imersão dos corpos-de-prova em recipientes específicos, as substâncias ativas foram codificadas utilizando-se as duas letras iniciais de cada substância ativa de cada nome comercial (Figura. 5 e Quadros 1 e 2).





Figura 5. Inseticidas comerciais utilizados no teste de eficiência de substâncias preservativas da madeira. Da esquerda para a direita: Dragnet 384 CE, Dursban 4E e Diazinon 60 EC.

Nome comercial	Princípio ativo	Codificação
Dursban 4E	clorpirifós	CL
Dragnet 384 CE	permetrina	PE
Diazinon 60 CE	diazinon	DI

Quadro 1. Nomes comerciais dos produtos seus ingredientes ativos e respectivas siglas abreviadas.

DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS	LEGENDAS USADAS
Lotes (áreas)	I, II e III
Concentrações de uso	A= 0,5%; B=1,0%; C=1,5%; e D= 2,0%
Produtos	Dursban 4E = CL (clorpirifós) Diazinon 60EC = DI (diazinon) Dragnet 384 = PE (permetrina)

Quadro 2. Legendas usadas para identificação das áreas, concentrações dos produtos e princípios ativos das substâncias.

### 3.11. Seleção das áreas para o experimento

As três áreas destinadas à implantação das séries ensaio foram submetidas a uma avaliação primária para estimativa da atividade termítica em cada uma. Para essa finalidade,

foram cravadas no solo, cerca de 150 “estacas iscas” de *Pinus (in natura)* nas dimensões já mencionadas as quais permaneceram nessas áreas por 12 meses (Figura 6).



Figura 6. “Estacas-iscas” utilizadas no processo de pré iscagem após doze meses de permanência no solo.

### 3.12. Identificação dos corpos-de-prova

Para melhor visualização das amostras em campo, as mesmas foram pintadas com tinta a óleo a 10 cm da base, nas cores vermelho e amarelo, correspondendo às primeira e segunda observações, respectivamente. Cada série-ensaio foi numerada ordenadamente de 1 a 90.

Uma segunda identificação foi feita utilizando-se etiquetas retangulares de acetato no tamanho 5,0 cm x 3,0 cm. As etiquetas, fixadas por “percevejos metálicos” continham indicações de cada princípio ativo, da época da retirada, da concentração do tratamento, das respectivas séries e do número da amostra. (Figuras. 7, 8 e 9).

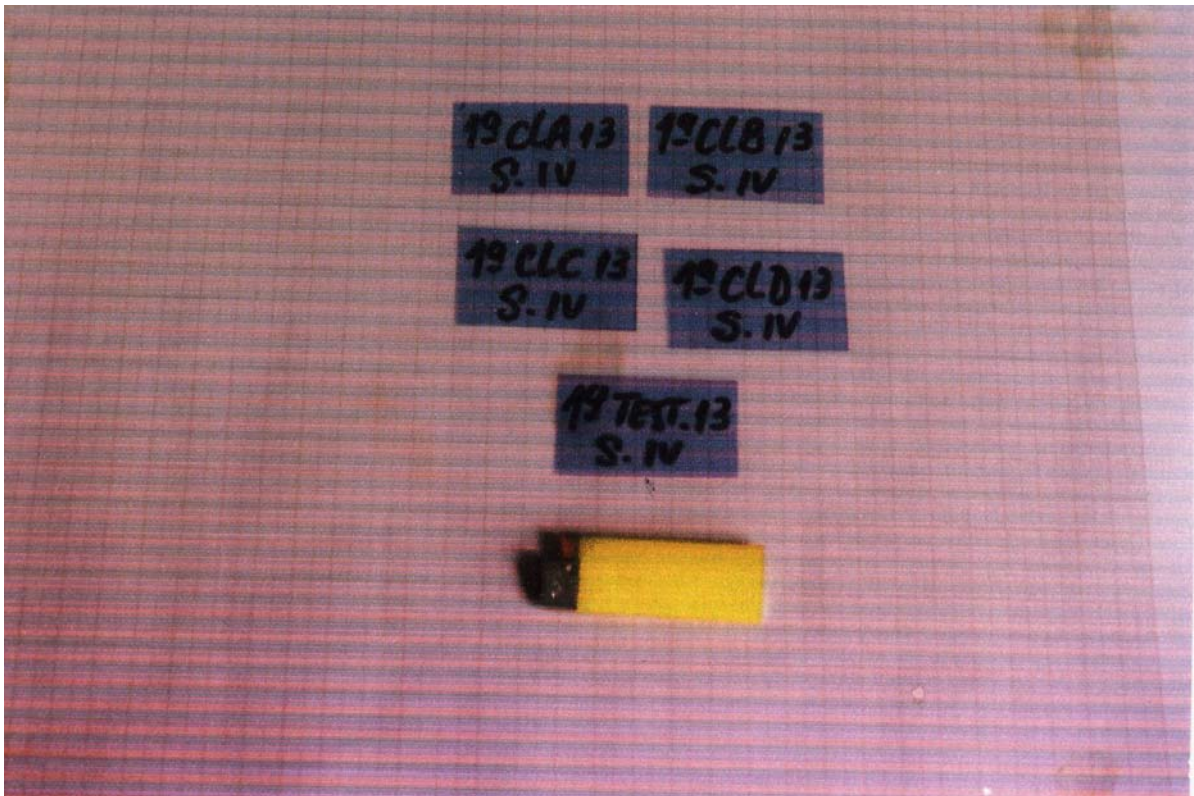


Figura 7. Etiquetas de acetato com as abreviaturas impressas utilizadas na identificação dos corpos-de-prova.



Figura 8. Corpos-de-prova com as cores de identificação em relação às épocas de desmontagem dos ensaios.



Figura 9. Corpos-de-prova com as etiquetas de identificação adicional fixadas por “percevejos” metálicos.

### 3.13. Preparo das soluções preservativas para atender aos tratamentos experimentais

Para cálculo efeito de cálculo e determinação dos percentuais das concentrações utilizadas e das quantidades de cada produto na formação da calda preservativa, utilizou-se uma fórmula estabelecida pela Norma Técnica (NT-1005) da Fundação Estadual de Engenharia do meio Ambiente (FEEMA, 1986) obtendo-se assim, quatro soluções preservativas, as quais foram testadas e comparadas às testemunhas. Todas as substâncias ativas foram diluídas em água e utilizadas em quatro concentrações, de modo a diferenciá-las das concentrações determinadas pelos fabricantes (FOUGEROUSSE,1976) (Tabela 1).

$$Q = \frac{Cd \times Vf \times Dd}{Cf \times Dp}$$

Onde:

<i>Q</i>	Quantidade do produto (V/m)
<i>Cd</i>	Concentração desejada(% pp) *
<i>Vf</i>	Volume final
<i>Dd</i>	Densidade do diluente
<i>Cf</i>	Concentração de fábrica (% pp) *
<i>Dd</i>	Densidade do produto

\*(% pp) = *porcentagem do peso do i.a. no peso total*

Concentração Produtos	0,5 % Quantid	1,0% Quantid.	1,5% Quantid.	2,0% Quantid.
Dursban 4E	52 ml	104ml	156ml	208ml
Diazinon 60 EC	42 ml	84ml	125ml	166ml
Dragnet 380 CE	65 ml	130ml	195ml	260ml

Tabela 1. Nomes comerciais dos produtos, suas dosagens quantificadas e respectivas concentrações finais na formação da calda preservativa.

Para a diluição dos produtos químicos e formação da calda preservativa, foram reservados 100 litros de água que foi armazenada em “bombonas” de PVC, com capacidade de 20 litros. O diluente permaneceu por cinco dias nesses recipientes em condições ambientais para efeito da diminuição do teor de cloro.



Figura 10. “Bombonas” de PVC rígido destinadas ao armazenamento da água para diluição das substâncias ativas.

### 3.14. Grupo testemunho ou controle

Para cada série ensaio com 90 amostras, foram destinados 18 corpos-de-prova como grupo testemunho ou controle. Estas amostras, sem de qualquer tratamento químico, foram submetidas às mesmas condições temporais e ambientais que as amostras tratadas com substâncias preservativas.

### 3.15. Processo de tratamento (impregnação dos corpos-de-prova com substâncias preservativas)

Os 216 corpos-de-prova destinados ao teste de eficiência de substância preservativa de madeira, foram submetidos ao tratamento químico pelo método de imersão simples em solução aquosa. A calda preservativa foi formulada em baldes de PVC rígido com capacidade para 10

litros, onde foram colocados cinco litros do diluente mais a quantidade de cada princípio ativo, de acordo com a concentração estabelecida. O tempo de permanência de cada grupo de amostras na calda preservativa foi de cinco minutos, determinado por um relógio alarme cronômetro CASSIO modelo “G-SHOCK”. Após esse período, os corpos-de-prova foram retirados e colocados sobre folhas de papel de jornal e, em seguida, sobre folhas de papel toalha para remoção do excesso da solução.

### 3.16. Cálculo das retenções dos produtos nas amostras:

O cálculo da retenção em cada corpo-de-prova foi feito pela diferença das massas nas situações de pré e pós-tratamento, cujo resultado final foi dividido pelo volume de cada amostra.

O fator retenção nominal de cada princípio ativo/corpo-de-prova, foi expresso em Kg/m<sup>3</sup>, quilograma do preservativo por metro cúbico de madeira. Para cálculo dessa propriedade, empregou-se a fórmula utilizada por FREITAS (1970)

$$R = \frac{P2 - P1}{V}$$

Onde:

**R** = fator de retenção

**P2** = Peso do corpo-de-prova após tratamento

**P1** = Peso do corpo-de-prova antes do tratamento

**V** = Volume individual do corpo-de-prova

### 3.17. Secagem dos corpos-de-prova e fixação das substâncias preservativas pós-tratamento

Para secagem e fixação dos ingredientes ativos, os corpos de prova foram transferidos para uma sala naturalmente ventilada, onde permaneceram por três dias. A sala destinada à secagem dos corpos-de-prova, não continha qualquer substância química que pudesse interagir com as substâncias do experimento em curso. Para se obter melhor padronização no processo de secagem, os corpos-de-prova foram dispostos em pilhas abertas, separados por grupo de acordo com os tratamentos. (Figura 11).



Figura 11. Corpos-de-prova em temperatura ambiente após tratamento de imersão nas substâncias preservativas.

### 3.18. Climatização dos corpos-de-prova pós-tratamento

Após processo de secagem, as amostras foram colocadas numa câmara climatizada a  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $60 \pm 5\%$  de umidade relativa (U. R), por 21 dias. Nesse período, 9 unidades amostrais de cada tratamento, escolhidas ao acaso, foram submetidas à pesagem diária em balança eletrônica, até que se verificasse uniformidade no peso dessas amostras.

### 3.19. Procedimentos de implantação do experimento no campo (ensaio de resistência aos cupins)

Para serem submetidos ao desgaste pelos cupins, os corpos-de-prova foram parcialmente cravados no chão permanecendo apenas 10cm do seu comprimento acima da linha do solo para facilitar assim, a identificação visual pelas cores e auxiliar na sua remoção ao final de cada período do ensaio. A distribuição espacial das amostras foi feita de forma aleatória, mantendo-se um afastamento mínimo, de pelo menos, 20 cm entre elas.

### 3.20. Distribuição das amostras tratadas em campo

Duas séries ensaio com 90 amostras cada, denominadas Lotes I e II, foram implantadas em área de mata secundária pertencente a UFRRJ, cujas coordenadas são:  $43^\circ41'30''$  W e  $22^\circ45'30''$ S. A última série Lote III, foi implantada na Floresta Nacional Mario Xavier (FLONA), situada no município de Seropédica, cujas coordenadas estão a  $22^\circ45'S$  e  $43^\circ41'W$ . As áreas em questão apresentaram um índice pluviométrico anual de 1.200 mm e temperaturas médias entre  $19,2^\circ\text{C}$  e  $29,1^\circ\text{C}$  (EMBRAPA, 2000) (Figura 12).



Figura. 12. Uma das áreas destinadas ao ensaio de eficiência das substâncias preservativas.

### 3.21. Coleta das amostras do solo nas áreas do experimento

A coleta das amostras do solo nas áreas dos experimentos foi feita com auxílio de um extrator metálico de 20,0 cm x 0,38 cm e 5,33 cm de diâmetro interno, feitos em cinco pontos aleatórios de cada área na profundidade de 0-10 cm. Antes de recolher cada amostra, foi retirada toda a serapilheira, incluindo pequenos galhos, pedras e demais resíduos. O material coletado foi colocado em sacos plásticos de 40 cm x 30 cm x 0,10 cm e numerados de 1 a 5. Os pontos de coleta, referentes às três áreas utilizadas, foram identificados como (P.I, P.II e P.III). Posteriormente, esse material foi acondicionado em sacos de papel branco de tamanho 5,0 cm.x 2,5 cm, para drenagem da umidade, durante cinco dias à temperatura ambiente. A análise química do solo foi feita pelo Laboratório de Análises do Departamento de Solos do Instituto de Agronomia da UFRRJ. As características químicas relacionaram-se à quantificação de sódio, potássio, cálcio, magnésio, alumínio, carbono e fósforo, além de medidas do pH em água.

### 3.22. Fauna do solo nas áreas do experimento

Segundo LEE & WOOD (1971) a pesquisa sobre a fauna do solo nos trópicos está concentrada em dois grupos dominantes, cupins e minhocas, ambos exercendo importante influência na transformação e distribuição de matéria orgânica.

Para melhor entendimento das características do solo e o estabelecimento de algumas relações entre os hábitos alimentares de outros organismos edáficos além dos térmitas, foi necessária uma avaliação preliminar da fauna acompanhante, ao nível de grandes grupos zoológicos.



Para avaliação da fauna de solo, a metodologia de amostragem seguiu a mesma dinâmica da coleta para análises químicas, descrita anteriormente. A identificação dos grupos taxonômicos foi feita no Departamento de Solos do Instituto de Agronomia da UFRRJ.

### 3.23. Remoção dos cupins aderidos aos corpos-de-prova:

Os cupins associados aos corpos-de-prova durante a fase de desmonte do experimento, foram cuidadosamente removidos com uma trincha 1 <sup>1/2</sup>, colocados em frascos de vidro de 100 mililitros, com tampa em rosca, contendo álcool 70% e etiquetas de papel vegetal manuscritas a lápis, com indicações do local, cidade, data e coletor.

### 3.24. Aliação da eficiência das substâncias preservativas em relação aos desgastes causados pelos cupins aos corpos-de-prova:

Os desgastes causados aos corpos-de-prova foram estimados através de avaliação visual, utilizando-se cinco níveis de classificação. Para o desgaste produzido foram atribuídas notas, variando de zero a quatro, com as seguintes correspondências de acordo com o estado final do corpo-de-prova exposto ao ataque dos cupins: foi considerado pertencente à classe 0 (zero) o índice de preservação igual a 100% (nenhum sinal de ataque); para as classes 1, 2 e 3 foram atribuídos, respectivamente, índices de preservação de 90%, 75% e 50%, e a classe 4 corresponde ao índice de 0% de preservação (amostra totalmente atacada) (OCLOO,1972; BUTTERWORTH & MACNULTY 1966). (Figuras. 13 e 14).

Descrição do desgaste	Valor da classe	Preservação
Nenhum ataque	0	100%
Ataque superficial	1	90%
Ataque c/pouca penetração	2	75%
Ataque interno c/ penetração	3	50%
Ataque profundo	4	0%

Figura 13. Categorias utilizadas para a determinação dos níveis de desgaste relacionados aos respectivos valores das classes de eficiência e percentual de preservação.



Figura. 14. Classificação representativa dos níveis de desgaste pelos cupins nos corpos-de-prova.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Avaliação da preservação aos 12 meses

Na Tabela 1 são encontrados os resultados com os testes estatísticos realizados através da análise de variância utilizando-se o teste de Kruskal-Wallis, com diferenças estatisticamente significativas em níveis de  $P < 0,05$ , relacionados aos três produtos utilizados no experimento. Apesar de ter ocorrido diferença estatisticamente significativa para o ingrediente ativo diazinon, os outros produtos apresentaram atividade preservativa expressiva no período estudado, principalmente no que se refere à alta estabilidade da permetrina.

Tabela 1. Ranqueamento médio dos índices de preservação das amostras, ao final de 12 meses, em relação à concentração dos produtos. Teste de Kruskal-Wallis, com diferença estatística indicada nas colunas por índices alfabéticos diferentes ( $P < 0,05$ ).

Concentração (%)	Produto	Índice de Preservação (%)
Testemunho (0)		66,7
0,5		80,0
1		98,3
1,5		92,5
2,0		81,7
<b>Diazinon</b>		
Testemunho (0)		62,5 <sup>a</sup>
0,5		77,5 <sup>a</sup>
1		94,2 <sup>a</sup>
1,5		100,0 <sup>b</sup>
2,0		81,7 <sup>a</sup>
<b>Permetrina</b>		
Testemunho (0)		80,0
0,5		94,2
1		83,3
1,5		92,5
2,0		91,7

Aos doze meses, o ingrediente ativo clorpirifós demonstrou boa eficiência na proteção da madeira (Tabela 1, Figura 15). Esse ingrediente ativo apresentou sua melhor eficiência de preservação nas amostras na concentração de 1%. Os resultados referentes ao clorpirifós sugerem que as concentrações influenciaram pouco na eficiência do produto, uma vez que os valores de obtidos na preservação das amostras na concentração de 0,5% são similares aos encontrados nos de maior concentração do produto, ou seja, de 2% do ingrediente ativo.

### Porcentagem de preservação da substância clorpirifós

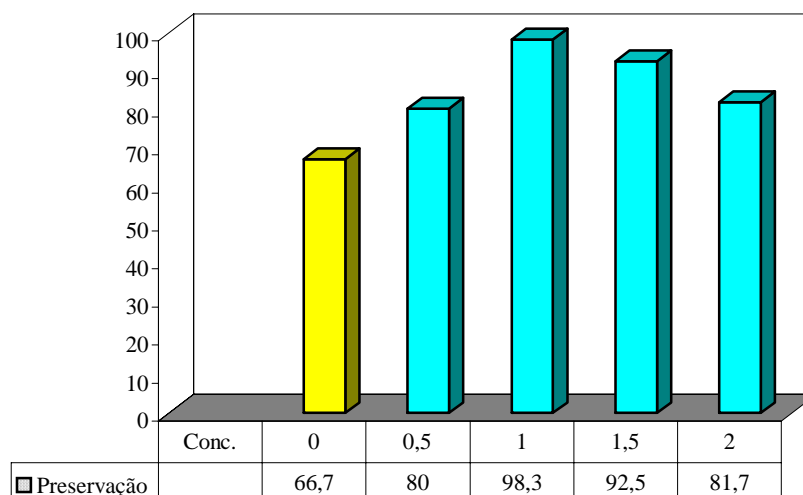


Figura 15. Percentagem de preservação dos corpos-de-prova em função da concentração do ingrediente ativo clorpirifós em comparação à testemunha. Resultado aos 12 meses. Seropédica, RJ, 2004.

O ingrediente ativo diazinon, (Tabela 1, Figura 16) no período analisado, teve um desempenho mais satisfatório em função da preservação das amostras, do que o clorpirifós no mesmo período.

Nas concentrações de 1% e de 1,5%, o diazinon apresentou valores percentuais de preservação das amostras de 94,2% e de 100%. Observou-se também que o produto mostrou uma certa uniformidade na relação concentração/preservação até as três primeiras concentrações de uso. Essa correlação, contudo, não foi verificada na concentração maior que 2,0%, o que indica haver ocorrido a perda da efetividade do produto evidenciando, nessa concentração, uma classe de preservação abaixo do esperado. Apesar de ter sido o ingrediente ativo de melhor afinidade com a madeira, o seu desempenho nos primeiros doze meses, entretanto, não foi indicativo de melhor substância preservante da madeira em comparação com os outros dois produtos ensaiados.

Porcentagem de preservação da substância diazinon

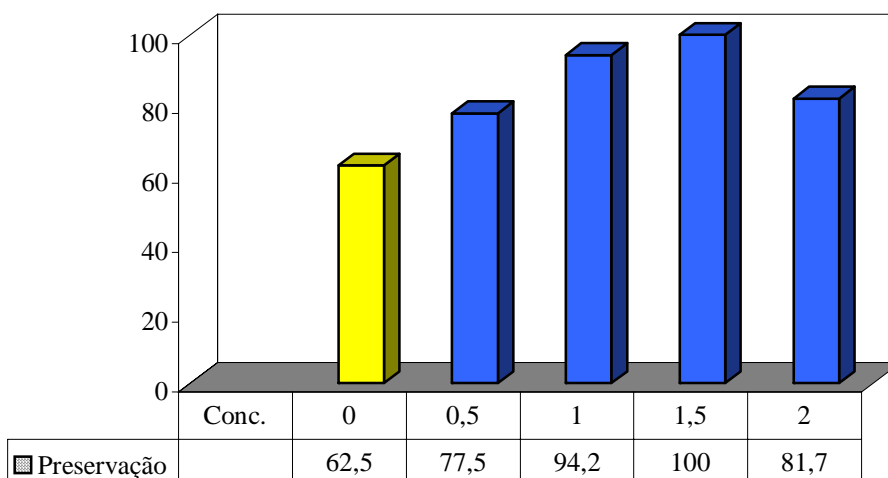


Figura 16. Percentagem de preservação dos corpos-de-prova em função da concentração do ingrediente ativo diazinon em comparação à testemunha. Resultado aos 12 meses. Seropédica, RJ, 2004.

O ingrediente ativo permetrina (Tabela 1, Figura 17), como os demais produtos testados, não apresentou linearidade nos resultados aos doze meses, em relação às variáveis concentração e preservação. No entanto, foi o princípio ativo que apresentou maior estabilidade no comportamento de proteção da madeira contra a influência da degradação dessa substância, pelos fatores bióticos e abióticos envolvidos no experimento. Em virtude de ser o produto químico de mais baixa concentração de fábrica (38,4%) que os demais testados, a sua eficiência na proteção da madeira foi considerada satisfatória para sua utilização como substância preservativa da madeira.

Porcentagem de preservação - permetrina

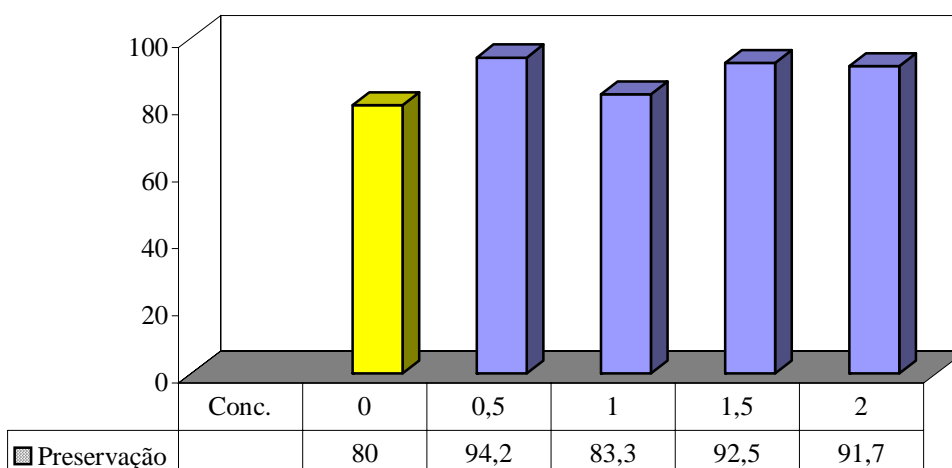


Figura 17. Percentagem de preservação dos corpos-de-prova em função da concentração do ingrediente ativo permetrina em comparação à testemunha. Resultado aos 12 meses. Seropédica, RJ, 2004.



Figura 18. Estado final dos corpos-de-prova após 12 meses de exposição aos cupins.



Figura 19. Estado final dos corpos-de-prova após 12 meses de exposição aos cupins.

#### 4.2 Avaliação da preservação aos 18 meses

Na Tabela 2 encontram-se os resultados dos testes estatísticos realizados através da análise de variância Kruskal-Wallis, com diferença estatisticamente significativa em níveis de  $P < 0,05$ , referentes às atividades de preservação de todos os produtos utilizados no período de 18 meses. Embora apenas o princípio ativo permetrina tenha apresentado diferenças estatísticas significativas na função preservativa das amostras, os resultados referentes aos outros dois produtos podem ser importantes no esclarecimento de alguma outra influência dessa eficiência.

Tabela 2. Classificação média dos índices de preservação das amostras, após 18 meses, em relação às concentrações dos produtos. Teste de Kruskal-Wallis, com diferença estatística indicada nas colunas por expoentes alfabéticos distintos ( $P < 0,05$ ).

Concentração (%)	Produto	Índice de Preservação (%)
	<b>Clorpirifós</b>	
Testemunho (0)		16,7
0,5		44,2
1		31,7
1,5		71,7
2,0		63,3
	<b>Diazinon</b>	
Testemunho (0)		81,7
0,5		45,8
1		61,7
1,5		62,5
2,0		60,8
	<b>Permetrina</b>	
Testemunho (0)		12,50 <sup>a</sup>
0,5		100,00 <sup>b</sup>
1		83,30 <sup>a</sup>
1,5		83,30 <sup>a</sup>
2,0		100,00 <sup>b</sup>

Embora não tenham ocorrido diferenças estatisticamente significativas relacionadas aos índices de preservação das amostras tratadas com o clorpirifós e com o diazinon, serão feitos breves comentários quanto ao desempenho desses ingredientes ativos.

De acordo com TSUNUDA & NISHIMOTO (1985), a aplicação de clorpirifós na concentração de 0,1% em amostras de *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc., apresentou rendimento de preservação igual ou superior ao do produto clordane, um organoclorado, na concentração de 1%. Nos resultados deste trabalho, foram encontrados bons índices médios de preservação da madeira nas concentrações de 1,5% e de 2,0% desse produto (Tabela 2, Figura 20).

Adicionalmente, FEARS (1994), em sua revisão experimental com o ingrediente ativo clorpirifós, estimou de três a quatro anos o período pelo qual a madeira possa permanecer protegida contra o ataque de cupins subterrâneos quando tratada superficialmente, e de aproximadamente 6 anos, quando tratada pelo processo de impregnação sob pressão.

Testes de desgaste com a substância ativa clorpirifós foram feitos por TSUNODA *et al.* (1985), que avaliaram, na ocasião, a eficiência desse produto no tratamento de madeira em contato com o solo. O clorpirifós foi utilizado na concentração de 0,2% e aplicado pelo método de pincelamento e exposto ao ataque do cupim subterrâneo *Coptotermes formosanus*. Ao final de seis semanas de teste, o produto mostrou resultados satisfatórios na proteção das amostras, quando comparado com outros produtos organofosforados. No entanto, quando o período de exposição dessas amostras no solo aumentou para 12 semanas, concluíram que o ingrediente ativo clorpirifós foi seriamente deteriorado pela ação das condições do solo. O mesmo autor em outro trabalho considerou ao final dos resultados que alguns organofosforados se tornam pouco eficientes logo após seu contato inicial com o solo TSUNODA *et al.* (1989).

Porcentagem de preservação - Clorpirifós

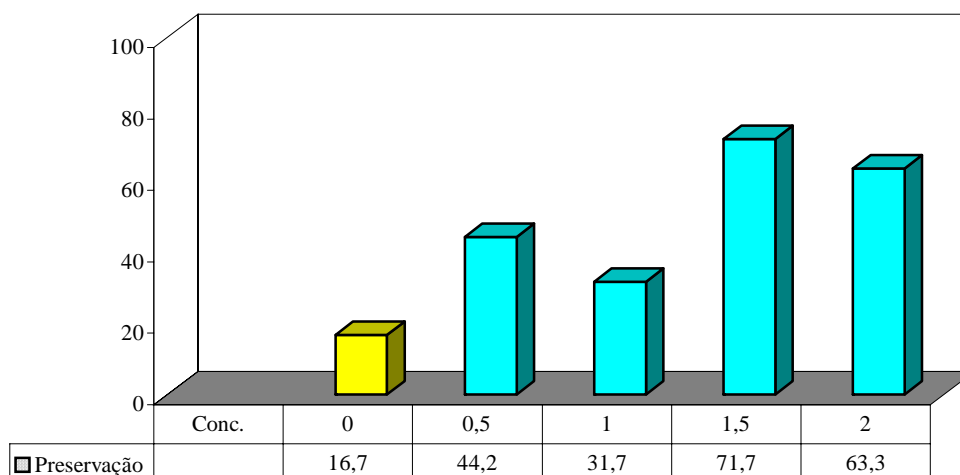


Figura 20. Porcentagem de preservação dos corpos-de-prova em função da concentração do ingrediente ativo clorpirifós em comparação à testemunha. Seropédica, 2004.

A absoluta falta de estudos relativos ao produto diazinon como agente de preservação da madeira, limita a discussão dos resultados encontrados. No entanto, é possível importar os dados obtidos pelo desempenho do clorpirifós e sugerir que ocorreram algumas semelhanças na performance deste produto com a do clorpirifós, uma vez que ambos pertencem ao mesmo grupamento químico, o dos organofosforados.

É importante ressaltar, ainda, que a ausência de estudos relativos à utilização do diazinon como substância preservante de madeira, pode estar relacionada a restrições de natureza ecológica, posto que o grupo químico dos organofosforados é de alta persistência no ambiente. Dessa maneira, os estudos atuais são mais direcionados no sentido de substituir gradativamente a utilização do diazinon e de outros organofosforados pela dos piretróides, entre os quais a permetrina (OLIVEIRA, 1983).

No período de 18 meses, o diazinon apresentou um desempenho modesto e com pouca variação quanto às classes de preservação nas três últimas concentrações de aplicação do produto (Tabela 2, Figura 21), diferindo muito em ordem de grandeza, com o desempenho verificado nos doze primeiros meses de avaliação da mesma substância. No experimento aqui apresentado,



algumas amostras usadas como testemunha foram mais preservadas do que as que foram tratadas com os produtos testados (Figura 21).

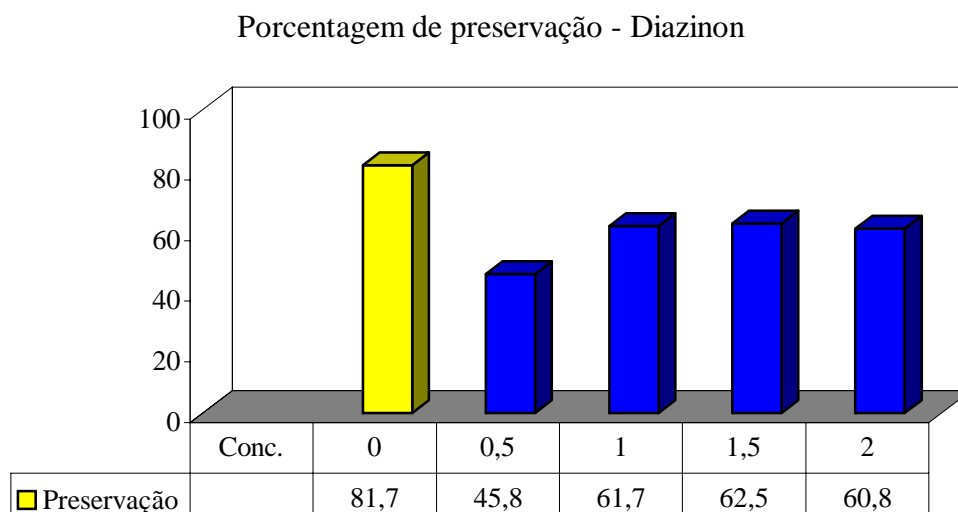


Figura 21. Porcentagem de preservação dos corpos-de-prova em função da concentração do ingrediente ativo diazinon em comparação à testemunha. Seropédica, 2004.

De acordo BEAL (1979) em experimentos semelhantes, nas amostras não tratadas com substâncias preservativas e submetidas ao ataque de cupins subterrâneos, também foram registradas essas observações. É possível que, mesmo que a matriz utilizada para confecção dos corpos-de-prova tenha sido a mesma, as amostras testemunhas tenham sido provenientes de um lenho maduro, cuja madeira, pode porventura, oferecer maior resistência ao ataque dos cupins, uma vez que seu corte é feito próximo à medula.

Adicionalmente, diferenças das características físico-químicas do solo e, principalmente, do comportamento dos cupins verificado nos diferentes locais, que não são objetos desse trabalho, podem também ter influenciado nessa observação e com isso, modificado o padrão do ataque.

Com relação ao agente ativo permetrina, os resultados revelaram que esse produto apresentou a melhor performance para a preservação das amostras, principalmente nas concentrações de 0,5% e 2,0%, com diferença estatisticamente significativa (Tabela 2, Figura 22). Os demais produtos testados não apresentaram diferenças estatisticamente relevantes como indicativo de um produto para essa finalidade.

Porcentagem de preservação - Permetrina - 18 meses

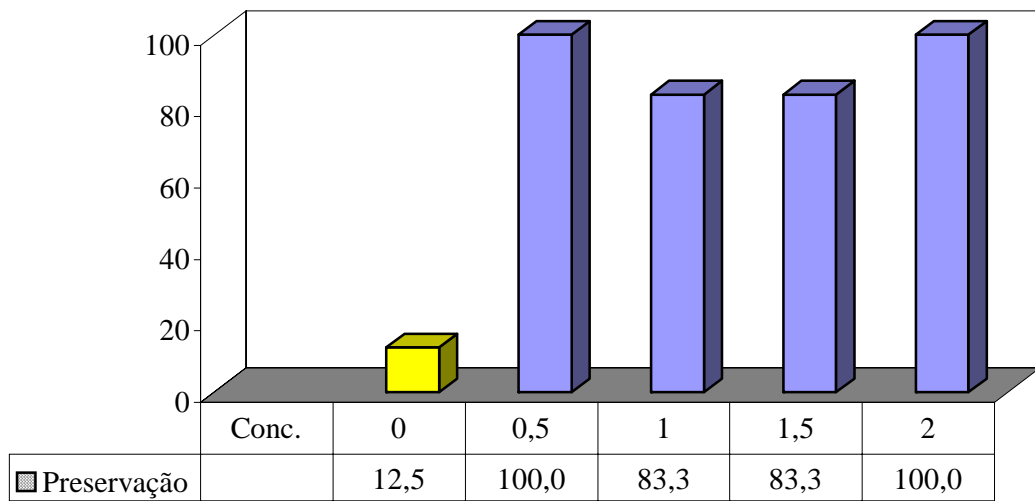


Figura 22. Porcentagem de preservação dos corpos-de-prova em função da concentração do ingrediente ativo permetrina em comparação à testemunha. Seropédica, 2004.



Figura 23. Estado final dos corpos-de-prova após 18 meses de exposição aos cupins.



Figura 24. Estado final dos corpos-de-prova após 18 meses de exposição aos cupins.

BERRY (1977) constatou a eficiência da permetrina em testes com amostras da madeira *Picnanthus angolensis*, cobertas com solo durante sete meses e expostas ao cupim *Reticulitermes santonensis*. As amostras tratadas pelo método de impregnação a vácuo mostraram que a permetrina, na taxa de retenção correspondente a  $0,008 \text{Kg/cm}^3$ , foi considerada mais eficiente na preservação da madeira em comparação ao aldrin, um organofosforado, para o mesmo valor de retenção.

Em experimentos conduzidos por CREFIELD & HOWICK (1984) foram realizados dois bioensaios para avaliação dos inseticidas permetrina, o fenvalerato e o aldrin, sob diferentes taxas de retenção, como substâncias preservativas de madeira. Amostras de *Eucalyptus regnans* e de *Pinus radiata* foram tratadas por impregnação a vácuo e submetidas ao ataque dos cupins *Nasutitermes exitiosus* e *Coptotermes acinaciformes*, respectivamente, no período de 8 e 12 meses.

Os resultados do bioensaio realizado nos experimentos descritos acima, no qual foi utilizada a espécie *Nasutitermes exitiosus*, mostraram que a permetrina foi significativamente mais eficiente na preservação da madeira sob as retenções de  $0,0016 \text{ kg/m}^3$  e de  $0,008 \text{ kg/m}^3$ .

Os valores de retenção utilizados no presente trabalho, para todos os produtos testados, variaram de  $0,04 \text{ kg/m}^3$  a  $0,07 \text{ kg/m}^3$ , cerca de 10 vezes superiores aos utilizados nos experimentos de CREFIELD e HOWICK (1984).

Contudo, em nosso experimento não foi possível relacionar o desempenho final dos produtos na preservação das amostras em relação à retenção do ingrediente ativo, uma vez que

foram agregados erros nas análises estatísticas devido à pequena diferença entre os valores obtidos pelo processo de imersão (Tabela 3, Figura 25). É possível que a natureza dos ingredientes ativos empregados, o tempo de imersão, o método de tratamento, ou mesmo a relação entre as direções de penetração dos agentes preservativos na madeira (radial, tangencial e topo) tenham influenciado na obtenção desses resultados pouco satisfatórios.

Tabela 3. Valores médios de retenção (em  $\text{kg}/\text{m}^3$ ), em função das concentrações dos produtos utilizados, para as variáveis estudadas.

Produto	Concentração (%)			
	0,5	1,0	1,5	2,0
Clorpirifós	0,04	0,04	0,04	0,05
Diazinon	0,06	0,06	0,06	0,07
Permetrina	0,04	0,05	0,05	0,06

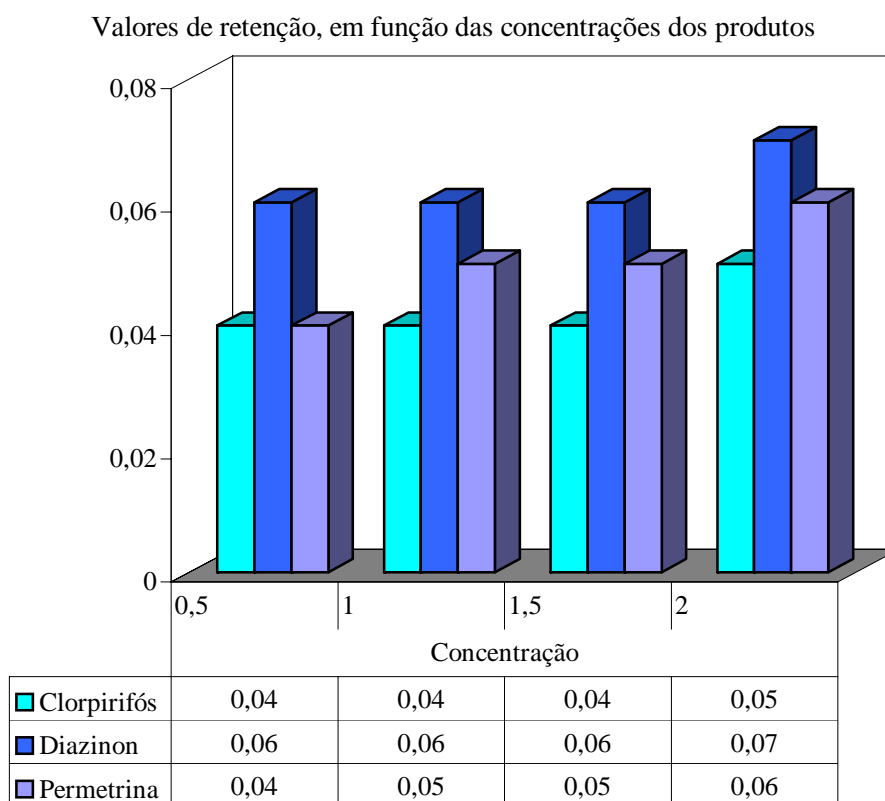


Figura 25. Valores de retenção (em  $\text{kg}/\text{m}^3$ ) dos ingredientes ativos nas amostras, em função das suas concentrações .

Por outro lado, ORSLER & STONE (1984) associam consideráveis perdas por evaporação do princípio ativo dos produtos destinados aos experimentos com preservação, quando a aplicação não atinge maiores profundidades na madeira, como no processo de imersão utilizado no presente trabalho. Segundo os mesmos autores, nesse tipo de tratamento são considerados como valores de penetrabilidade geralmente os primeiros dois milímetros da madeira.

A permetrina não apresentou um comportamento similar ao encontrado por OSLER & STONE (1984), uma vez que os resultados obtidos através das interpretações estatísticas do presente trabalho sugerem que não ocorreu perda das propriedades desse ingrediente ativo ao longo do período total de estudo. Da mesma maneira, nossos resultados não condizem com aqueles obtidos por TSUNODA *et al.* (1989), que consideraram a baixa resistência do produto aos organismos do solo como decorrência da acentuada perda de estabilidade da substância, quando exposta durante um período de 12 semanas.

RUTHERFORD *et al.* (1983) também utilizaram a permetrina no tratamento de amostras de madeira em contato com o solo, e verificaram que a perda de propriedade química dessa substância foi da ordem de 10%, após 24 semanas de exposição. Os resultados indicaram que entre os dois períodos analisados, a perda da propriedade química não ultrapassou o valor de 6%.

Embora ocorram perdas de massa da amostra através da atividade de outros organismos do solo, não foi possível, no presente trabalho, identificar que perdas foram relacionadas apenas à atividade dos cupins. Na verdade, grande parte das perdas em massa das amostras pode ser atribuída ao ataque primário, causado pelos fungos, representando cerca de 70% do desgaste dos corpos-de-prova. Como as amostras colonizadas por fungos não estavam atacadas por cupins, também não foi possível constatar a preferência desses organismos por madeira já degradada, fato muitas vezes citado na literatura.

De acordo com JANKOWSKY (1986) o atributo perda de massa é um parâmetro de difícil avaliação, principalmente em virtude da influência de fatores não-controláveis. Tal fato provavelmente ocorra com frequência, uma vez que as normas M-12 (AWPA, 1984) e D-3345 (ASTM, 1994) não consideram a perda de massa como fator para avaliação da resistência a cupins subterrâneos.

O trabalho de LAKS & PRUNER (1995), no qual foi avaliada a eficiência do organofosforado clorpirifós, sem adição de um agente fungicida, para tratar amostras de madeira expostas ao ataque do cupim *C. formosanus*, reforça esta nossa hipótese. Os pesquisadores verificaram que algumas amostras começaram a degradar rapidamente após 2,5 anos de exposição, concluindo que a proteção oferecida pelo produto decrescia ao final de quatro anos e meio, como consequência da permanência dessas amostras à ação de agentes fúngicos. Finalmente, os autores consideraram que o inseticida utilizado no experimento teve um papel importante na preservação da madeira, mas ficou susceptível ao ataque de fungos, que podem facilmente degradá-lo.

Profundidade da coleta (em cm)	Na+	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H+Al	Al <sup>++</sup>	PH	C%	P	K
	Meq/100 ml terra							ppm	
0-10 área 1	0.04	2.2	1.3	3.3	0.0	5.2	3.6	4	70
0-10 área 2	0.02	2.1	1.2	2.3	0.0	5.8	2.2	13	58
0-10 área 3	0.01	0.5	0.4	5.9	1.5	4.4	1.8	7	34

Tabela 4. Análise química dos solos e seus respectivos valores.

Grupos Taxonômicos	Número de Indivíduos
Himenópteros	7
Acari	26
Tricoptera	2
Díptera	4
Homóptera	1
Coleóptera	2 + (1 larva)

Tabela 5. Número de indivíduos por grupos taxonômicos.

## 5.CONCLUSÕES:

- ❖ Todos os inseticidas testados mostraram perda das propriedades dos seus ingredientes ativos, possivelmente exauridos pela interação com fatores bioquímicos do solo. Há que se considerar, ainda, a diluição e lixiviação adicionais das substâncias ativas causadas pela precipitação das chuvas e acúmulo de umidade nesse substrato durante o período de exposição dessas substâncias ao solo;
- ❖ A tendência de queda na eficiência da preservação é mais acentuada nos produtos organofosforados. Esse fato fortalece o conceito de que os piretróides sintéticos apresentam mais estabilidade quando incorporados à madeira mesmo quando submetidos às condições utilizadas no experimento.
- ❖ Analiticamente, o diazinon é o único produto que demonstra um padrão uniforme e crescente, com relação às classes de preservação, nas três primeiras concentrações, 0,5%, 1,0% e 1,5% decaindo apenas na maior concentração aplicada, no período de avaliação de doze meses.
- ❖ O clorpirifós apresenta um padrão de linearidade na preservação das amostras apenas nas duas menores concentrações, 0,5% e 1,0%, em doze meses, decaindo posteriormente nas categorias de preservação, em função do aumento da concentração do produto, 1,5% e 2,0%;
- ❖ A relação concentração/preservação para o ingrediente ativo permetrina é considerada a mais irregular nos doze meses de teste. Contudo, essa irregularidade evidenciou apenas discretas diferenças entre as classes de preservação em função das quatro concentrações do produto;
- ❖ Ficou evidente que somente o produto Dragnet 384 CE (permetrina) na maior concentração 2,0%, correspondeu nos períodos de 12 e 18 meses, às maiores classes de preservação das amostras (91,7% e 100%) respectivamente;
- ❖ Para os períodos de 12 e 18 meses correspondentes à exposição das amostras com os produtos testados e submetidos ao desgaste pelo cupim subterrâneo, o produto Dragnet 384 CE apresenta melhor eficiência na preservação da madeira, em comparação com o produto referência utilizado no experimento (Diazinon 60 EC);
- ❖ Considerando que todos os produtos foram expostos às mesmas situações de influência ambiental, tanto edáficas quanto temporais, para não favorecer qualquer uma das substâncias ativas testadas, fica evidente a melhor eficiência de preservação dos corpos-de-prova para a substância ativa permetrina (piretróide), em relação aos organofosforados.
- ❖ Para os períodos de 12 e 18 meses considerados no experimento, o ingrediente ativo permetrina é tecnicamente satisfatório como agente preservante da madeira mesmo considerando-se pequena a taxa de transferência desse produto na madeira quando aplicado pelo processo de imersão simples;

- ❖ O produto Diazinon 60 EC, utilizado no experimento como referência em razão de sua maior concentração de fábrica (60%), só apresentou efetividade na preservação das amostras, semelhante ao Dragnet 384 CE (permetrina) na concentração de 1,5% no período de 12 meses;
- ❖ As duas áreas com os mais elevados valores de C (carbono), K (potássio) e P (fósforo) no solo, foram as que, aparentemente, apresentaram menor incidência da presença de cupins interpretados pelos baixos valores de desgastes nos corpos-de-prova;
- ❖ A utilização de concentrações maiores que 2,0% (dois por cento) são inviáveis economicamente, pois resulta na demanda de grandes quantidades desses produtos na formação da calda preservativa;
- ❖ Os ingredientes ativos clorpirifós e diazinon, ambos do grupamento químico dos organofosforados, são considerados instáveis quimicamente, não contribuindo efetivamente na preservação da madeira, apresentando marcante redução de suas efetividades, resultando em desgastes mais pronunciados nas amostras tratadas com essas substâncias;
- ❖ Ficou evidenciado que o produto Dragnet 384 CE (permetrina) foi o único a se mostrar eficiente na maior concentração (2,0%) nos períodos de 12 e 18 meses apresentando índices de preservação de 92% e 100% respectivamente.



## 6. RECOMENDAÇÕES

- ❖ A grande variação das dimensões dos corpos-de-prova adotadas nos artigos revistos limitou que se fizessem comparações relacionadas com outros experimentos. Sugerimos, por isso, a confecção de estacas nas dimensões 2,5 cm x 5,0 cm x 50,0 cm de acordo com a “International Union of Forestry Research Organizations – IUFRO” ;
- ❖ Testes adicionais devem ser feitos com a finalidade de avaliar a eficiência dos mesmos produtos testados ou de outros inseticidas que possam ser utilizados como preservativos de madeira;
- ❖ A classificação dos desgastes dos corpos-de-prova, empregando-se modelos subjetivos com numerais, pode ser insatisfatória para as interpretações analíticas. Sugerimos a utilização de modelos de classificação mais objetivos que possam caracterizar a efetiva dimensão dos desgastes causados pelos cupins;
- ❖ Sugere-se que em outros experimentos sejam utilizados outros métodos para aplicação das soluções preservativas a fim de que se possa estabelecer resultados mais definidos em relação aos valores da retenção dos produtos nas amostras tratadas em função das concentrações utilizadas;
- ❖ Sugere-se, em concordância com a IUFRO, que experimentos para teste de efetividade de substâncias preservativas, sejam realizados em, pelo menos, três diferentes campos de exposição, contudo, deve ser feita uma pré avaliação da atividade termítica nesses locais;
- ❖ Para a formação da calda preservativa, não recomendamos o uso de diluentes com odores voláteis, uma vez que em experimento conduzido paralelamente a esse, o uso do solvente querosene mostrou-se como uma verdadeira substância repelente inibindo qualquer aproximação dos cupins aos corpos-de-prova.

## AGRADECIMENTOS

Ao nos tornarmos Mestres e Doutores, sentimos orgulho pela obtenção do título e satisfação pelo objetivo alcançado. Mas o caminho percorrido entre a decisão e a realização do intento é, sem dúvida, uma difícil tarefa, principalmente quando nos defrontamos com toda sorte de dificuldades dentro das universidades públicas que passa pela dificuldade obtenção de uma bolsa de estudo, escassez de material, falta de espaço físico, laboratórios adaptados aos experimentos, à falta interesse no financiamento dos projetos, etc.. Em condições desiguais, em comparação aos países desenvolvidos, faz-se o impossível diante do que se é oferecido. E é dentro de um país onde um regime feudal foi instituído como modelo de administração sócio-econômica, pela imposição do pagamento de impostos, taxas, compulsórios, contribuições provisórias, etc., que se estabeleceu, num “Caldeirão Central”, um caldo de corrupção e impropérios temperado pela nefasta associação de indivíduos pretéritos, de intenções espúrias constituída por políticos embusteiros e desgastados em seus mandatos maculados pela ladroagem e escândalos vis, mas imaculados pela vergonhosa imunidade parlamentar. Nesse mesmo antro, temos ainda governantes decíduos e vendilhões do patrimônio nacional. É onde o cidadão de bem tem a obrigação de se ajustar à miséria, à fome, à violência, à insensibilidade, à imputabilidade e à ignorância. É onde a Natureza é um agente passivo da ação devastadora do homem e onde populações autóctones, descaracterizadas e abandonadas, convivem com os defeitos da nossa pernicioso “civilização”. Diante desse quadro bisonho, vimos a dissolução da universidade pública, sucumbindo às mãos de tecnocratas sem qualquer interesse científico. É difícil entender que, passados quinhentos anos de lutas, matanças e devastação desse imenso território, o colonialismo venha subjugar uma nação pretensamente soberana, onde muitos laboram, alguns se instruem, poucos enriquecem e ninguém governa. É nesse país onde a falta de oportunidades para o imenso excesso demográfico, convive a cada dia com a opulência cada vez maior e mais injusta de poucos privilegiados, produzindo uma desigualdade obscena e insuportável e, possivelmente, imutável.

Apesar das inúmeras dificuldades encontradas no desenvolvimento desse projeto, pudemos contar com a afinidade de pessoas revestidas de caráter e investidas unicamente pelo pragmatismo científico, as quais passo a agradecer cuja ordem de figuração, não distingue o grau de importância que representaram do início ao fim desse projeto.

“Só se pode construir um país democrático quando se constrói uma máquina democrática, e a máquina democrática, é a Escola Pública” Anísio Teixeira.

À coordenação do Curso de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Florestais da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) pela oportunidade de aperfeiçoamento como pesquisador.

Ao professor doutor Edvã Oliveira Brito da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), pela experiência passada e pelo profissionalismo na condução do projeto;

À professora doutora Denise Medeiros Pamplona do Museu Nacional do Rio de Janeiro (UFRJ) pelos ensinamentos, compreensão, paciência, apoio, amizade, participação e, por acreditar no sucesso desse projeto;

À professora doutora Márcia Souto Couri do Departamento de Entomologia do Museu Nacional do Rio de Janeiro (UFRJ) pelas críticas e sugestões do projeto; pela satisfação da companhia e convivência na vida acadêmica;

À doutora Benedita Aglai O. da Silva (“Duquinha”) do Departamento de Ecologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, pela amizade, paciência, pelas horas dedicadas às resoluções nas análises estatísticas, e por fim, pela *presteza incontesti* em todos os momentos para o melhoramento desse projeto;

Aos pesquisadores John Hall da “American Wood Preservers’ Association” e Alan F. Preston da CSI Technology – “Chemical Specialities Incorporation” (USA), pelo pronto atendimento e envio de todo material bibliográfico solicitado;

Ao doutor Frederick Green III, da USDA (United States Department of Agriculture) Forest Service. Forest Products Laboratory pelo pronto atendimento às minhas solicitações para envio de importante material literário;

Aos companheiros do Laboratório de Diptera do Museu Nacional do Rio de Janeiro (UFRJ) que sempre demonstraram carinho, companheirismo e interesse pelo sucesso do projeto;

Ao funcionário da carpintaria da UFRRJ, Carlos Henrique da Silva Rocha o “Pesquisa”, pelo zelo na confecção dos corpos-de-prova;

Ao aluno do curso de Engenharia Florestal da UFRRJ Ademi Morais Lima pela ajuda durante todo o processo de montagem desse projeto;

À entidade internacional CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization), Austrália, Divisão Forestry and Forest Products na pessoa do doutor Laurence Cookson, pela cessão gratuita de importante material bibliográfico;

À entidade britânica de pesquisas em preservação de madeira British Wood Preserving and Damp-proofing Association (BWPA) pelo envio de material bibliográfico;

Ao doutor Jöran Jermer, Secretário Geral do “International Research Group on Wood Preservation” (IRGWP-Suécia) pela gentil cessão de importante material bibliográfico utilizado nesse trabalho;

Ao doutor Kimmo K. Kolari do “Finnish Forest Research Institute” (Finlândia), pelo envio de material bibliográfico;

À doutora Shirley Nash do “United States Federal Department of Agriculture” (USDA), pelo envio de material bibliográfico;

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABER, A & FONTES, L.R.. *Reticulitermes lucifugus* (Isoptera:Rhinotermitidae), a Pest of Wooden Structure, is Introduced into the South American Continent. **Sociobiology**, Vol. 21, n.3, 335-339. 1993.

ADAMS, A .J. & LINDARS, J.L.: A review of the efficacy and uses of deltamethrin for wood preservation. The International Research Group on Wood Preservation, Section 3: Wood protecting chemicals Doc.nº IRG/WP/96-30105. Paper Prepared for the **27<sup>th</sup>. Annual Meeting, Guadaloupe**, France, May 19-24, 1-9.1996.

ALVES, S.B. & ALMEIDA, J.E.M. Novas alternativas para o controle microbiano de cupins (p.95-102). *In*: FONTES, L.R. & BERTI FILHO, E. (eds.): **Alguns Aspectos Atuais da Biologia e Controle de Cupins**, Piracicaba, FEALQ, 184p. 1995.

ANONYMOUS, Notice of intent to suspend and finding of the imminent posed by registration of pesticides containing heptchlor or chlordane. **Federal Register** 41:7552. 1976.

ARAÚJO, L.R. Contribuição à Biogeografia dos Térmitas de São Paulo, Brasil (Insecta: Isoptera). **Arquivo do Instituto Biológico de São Paulo**, 25 (17): 33p. 1958.

ARAÚJO, L.R., Termites of the Neotropical Region (p.427-476 Cap.12). *In*: KRISHNA, K. & WEESNER, F.M. (EdS.): **Biology of Termites**, Academic Press, V.II, 643pp. 1970.

ARAÚJO, L.R. Cupins ou térmitas (p.95-123, Cap.XV). *In*: MARICONI, F.A.M.; ZAMITH, A.P.L.; ARAÚJO, L.R.; OLIVEIRA FILHO, A.M. & PINCHIN, R. (eds.) **Inseticidas-3 e seu emprego no combate às pragas. Animais Invasores dos domicílios e outras construções**. V.III, 2ª Ed., Editora Nobel, 246p. 1988.

ARAÚJO, R.L. & FONTES, L.R. Os cupins (p.35-90). *In*: MARICONI, F.A.M, FONTES, L.R.; ARAÚJO, R.F. de; ZAMITH, A P.L.; NETO, C de C.; BUENO, O.C.; CAMPOS-FARINHA, A.E de C.; MATHIESSEN, F.A ; TADEI, V. A; FILHO, A M de O & FERREIRA, W.L.B. **Insetos e outros invasores de residências**, FEALQ, 460pp. 1999.

AWPA. AMERICAN WOOD-PRESERVERS´ASSOCIATION. **Proceedings sixty-fifth Annual Meeting**, V.65:107-110. 1969.

AWPA - AMERICAN WOOD-PRESERVERS´ASSOCIATION **Standard method of evaluating wood preservatives by field tests with stakes**. Standard E7-93, 9p. 1993.

BACCHUS, S. A. Taxonomic and biometric study of the genus *Cryptotermes* (Isoptera:Kalotermitidae). Tropical Pest Bulletin, (p.78). *In* FONTES, L.R. & FILHO E.B.(eds.), 1998. **Cupins: o desafio do conhecimento**, 512pp. 1987.

BADAWI, A.; FARAGALLA, A.; DABOUR, A. & MOSTAFA, S.A.S. Field Evaluation of Different Preservatives on Local Woods Against Subterranean Termites in the Central Region of Saudi Arabia. **Sociobiology**, 82 (2):127-135. 1983.

BANDEIRA, A.G.; MIRANDA, C.S. & VASCONCELLOS, A. Danos causados por cupins em João Pessoa, Paraíba, Brasil (p.75-85). *In*: FONTES, L.R & BERTI FILHO, E. (eds.): **Cupins: o desafio do conhecimento**, Piracicaba, FEALQ, 512p. 1998.

BARNES, H.M.; LANDERS Jr., R.W. & WILLIAMS, L.H. Thermal Treatment of Southern pine Timbers with Borates. **Forest Products Journal – Technical Note**, 43 (3): 31-34. 1993.

BEAL, R.H. Treating Pine Lumber with Insecticides and Preservative Prevents Tubing by Subterranean Termites. **Journal of Economic Entomology**, 62.(3): 757-759. 1969.

BEAL, R.H. Preventing Termite Attack by Adding Insecticides to Particleboard, Hardboard, and Plywood Adhesive. **Forest Products Journal**, .29 (12): 29-34. 1979.

BECKER, G.,1963. **Wood preservation in tropical countries**, (p.299). *In*. BADAWI, A., 1983: Field Evaluation of different preservatives on local wood against subterranean termites in the Central Region of Saudi Arabia. Germany, 35 Ubersee, Verlag Bonn., 299-302.

BECKER, G. Protection of wood Particleboard Against Termites. **Wood Science Tehcnology**, 6: 239-248. 1972. 1972.

BERRY, R.W. The Evaluation of Permethrin for Wood Preservation. **Pesticides Science**, 8:284-290. 1977.

BERRY, R.W. Alternative insecticides for remedial treatment wood preservative formulations. **International Pest Control**, Sept./Oct: 117-121,125. 1979.

BERRY, R.W. Cypermethrin: a new insecticides for wood preservation. **Building Research Establishment Information Paper (bre informative)** IP 18/84, 4pp. 1984.

BICALHO, A.C da, **Aspectos comportamentais, taxa de consumo e marcação do cupim subterrâneo *Coptotermes havilandi* Homlgren, 1911 (Isoptera: Rhinotermitidae) em área residencial**. Lavras. UFLA, 2000. 82p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras. 2000.

BROTERO, F.A . Estudos sobre um preservativo de madeiras. **Boletim Técnico do Instituto de Engenharia**, 90: 24-29. 1933.

BRUES, C.T. **Insects Food and Ecology (“Insect Dietary”)** (Ed.) Dover Publications, Inc., N.Y., 466p. 1972.

BUTTERWORTH, D. & MACNULTY, B.J. Testing Materials for Resistance to Termite Attack. 1. A quantitative field test. **Material und Organismen**. 1. Band Heft.3. 1966.

CARTER, S.W. The use of the synthetic pyrethroid as wood preservative. **British Wood Preservers’ Association**, 33-41. 1984.

CAVALCANTE, M.S. Problems caused by termites in buildings in the State of São Paulo-Brazil. **The International Research Group on Wood Preservation**, Working Group I. Biological Problems. Doc N. IRG/WP/150, 3p. 1976.

- CONSTANTINO, R. Chave Ilustrativa para identificação dos gêneros de cupins (Insecta:Isoptera) que ocorrem no Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, USP 40 (25): 387-448. 1999.
- CORREA, P.R. Conhecendo o setor profissional. **Revista Focus Saúde Pública**, 30: 10-11. 2001.
- COSTA-LEONARDO, A.M. & IGNATI, A.C. A rainha dos cupins: uma fábrica de ovos. **Revista Ciência Hoje**, 15.(85): 6-7. 1992.
- COSTA-LEONARDO, A.M. A metodologia de iscas para controle de cupins subterrâneos. **Revista de Agricultura** .Piracicaba, nº 71, (03). 1996.
- COSTA-LEONARDO, A.M. & BARSOTTI, R.C. Swarming and insipient colonies of *Coptotermes havilandi* (Isoptera:Rhinotermitidae). **Sociobiology** 3.(.1) 131-142. 1998.
- CREFFIELD, J.W. & HOWICK, C.D. Termiticidal effectiveness of permethrin and fenvalerate – Quarentine Implications. **21<sup>th</sup> Forest Products to Research Conference**, (CSIRO) – Division of Building Research, Melbourne, 1984. Topic B21, 1-12. 1984.
- CUNHA, O.R. da, **Mundo Estranho (A Vida dos Cupins)**. (ed.) Irmãos Pongetti Editores, Rio de Janeiro, 201p. 1961.
- DIEHL-FLEIG, E.D.; FORTES, R.C. & SILVA, M.E. O problema dos cupins no Rio Grande do Sul (p.53-56). *In*: FONTES, L.R. & BERTI FILHO, E. (ed.) **Alguns Aspectos Atuais da Biologia e Controle de Cupins**, Piracicaba, FEALQ, 184p.,1995.
- DONOVAN, S.E.; JONES, D.T.; SANDS, W.A. & EGGLETON, P. Morphological Phylogenetics of Termites (Isoptera). **Biological Journal of Linneau Society**, 70:467-513. 2000.
- DUGUET, J.S. Evaluation of the insecticidal efficacy of deltamethrin and the fungicidal efficacy of its association with TCMTB+MBT in the field of wood preservation. **The International Research Group on Wood Preservation**. Working Group Ib. Biological Problems (Fauna). Doc. N. IRG/WP/1289, 10p. 1986.
- ECHHOLM, E. The Other Energy Crisis: Fire-Wood (p.75). Word Watch Paper n.1. Washington, D.C. World Watch Institute (p.22). *In*: ODUM, E.P.1988, **Ecologia** (ed.) Editora Guanabara Koogan S.A., 434p. 1975.
- EDWARDS, R. & MILL, A.E. **Termites in buildings. Their biology na control**. (ed.), Rentokil Ltd., England, 261p. 1986.
- EMBRAPA EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Informativo Metereológico para o Município de Itaguaí. Rio de Janeiro. Pesagro Rio, Seção de Climatologia, 13p. 2000.
- EMERSON, A . E.,1949. Evolution of interspecies integration and the ecosystem.(p.460). *In*: KRISHNA, K.. & WEESNER, F.M.,(eds.) 1969/1970. **Species Introduced by Man. Principles of Animal Ecology**. Academic Press Inc., (London) Ltd. 598p.

ESENTHER, G.R. & BEAL, R.H. Attractant-mirex bait supresses activity of *Reticulitermes* ssp. **Journal of Economic Entomology**, 67 (01) :85-88. 1974.

ESENTHER, G.R. & COPEL, H.C. Current research on termite attractant. **Pest Control**, 32: 34-46. 1964.

FEARS, R.D. Chlorpyrifos: As A Wood Treatment Termiticide. **The International Research Group on Wood Presrvation**. Section 3. Wood Protecting Chemicals. Doc. N.IRG/WP/94-30047, 1-13. 1994.

FEEMA- FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DE MEIO AMBIENTE. Aperfeiçoamento em Técnicas de Combate e Controle de Vetores e Outros Animais Nocivos. (Ed.) Governo do Estado do Rio de Janeiro, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente, 190p. 1986.

FMC do Brasil Indústria e Comércio Ltda. **Boletim Técnico**, julho, 3p. 2000.

FONTES, L.R. Cupins em áreas urbanas (p.57-75). In: BERTI FILHO, E & FONTES, L.R.(eds.) **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Anais do IV Seminário sobre Cupins (Insecta:Isoptera). III Encontro Paulista de Pesquisadores de Cupins, Piracicaba, FEALQ,184p. 1995.

FONTES, L.R. Sistemática Geral de Cupins (p.11-18). In: FONTES, L.R. & BERTI FILHO, E., (eds.): **Alguns Aspectos Atuais da Biologia e Controle de Cupins**. Piracicaba, FEALQ,184p.1995.

FONTES, L.R.; VEIGA, A.V.S. 1998. Registro do cupim subterrâneo *Coptotermes havilandi* (Isoptera, Rhinotermitidae) na área metropolitana de Recife,PE. Resumo, p.1005, XVII Congresso Brasileiro de Entomologia, Rio de Janeiro,RJ

FONTES, L.R. Considerações sobre a complexidade da interação entre o cupim subterrâneo *Coptotermes havilandi* e a arborização no meio urbano(p.109-124). In FONTES, L.R. & BERTI FILHO, E. (eds.): **Cupins: o desafio do conhecimento**. Piracicaba, FEALQ 512pp., 1998.

FOUGEROUSSE, M. Field Test Method in West Africa to determine the natural Resistance of Timber or the Efficacy of Wood Preservatives against Termite attack. **The British Wood Preserving Association**, Proceeding of the meeting held at Cambridge, June 23-24: 35-55. 1969.

FOUGEROUSSE, M. Wood preservatives: field tests out of ground contact brief survey of rpinciples and methodology. **The International Research Group on Wood Preservation**. Working group II. Fundamentals Testing. Doc. n. IRG/WP/269., 28p. 1976.

FOURNIS, R.L. & CAROLIN, V.M. Western Forest Insects. United State Department of Agriculture Service. **Miscelaneous Publications**, N.1339 U.S., 34p. 1977.

FREITAS, A R. Métodos de avaliação de preservativos em laboratório. Revisão das normas sobre ensaios de avaliação de preservativos em laboratório, **Preservação de Madeiras**, S.P., 1 (3):151-173, jul/set. 1970.



GALLO, D.; NAKANO, O.; WIELD, F.M.; NETO, S.S. & CARVALHO, R.P.L. **Manual de Entomologia, Pragas das Plantas e seu Controle**. Editora Agronômica Ceres, S.P., 858pp. 1970.

GAY, F.J. A World Review of Introduced Species of Termites. **Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO)**, Australia, Melbourne, Bulletin n° 286., 84p. 1967.

GAY, F.J. Species introduced by man (p.459-494). *In*: KRISHNA, K. & WEESNER, F.M. (eds.): **Biology of Termites**, V.I, Academic Press, Inc., (London), 597p. 1969.

GETTY, G.M.; HARVERTY, M.I.; COPREN, K.A. & LEWIS, V.R. Response of *Reticulitermes* spp. (Isoptera:Rhinotermitidae) in Northern California to baiting with Hexaflumuron with Sentricon Termite Colony Elimination System. **Journal of Economic Entomology**, .93 (5):1498-1507. 2000.

GETZIN, L.W. & ROSENFELD, I. Persistence of Diazinon and Zinophos in Soils. **Journal of Economic Entomology**, .59 (3): 512-516. 1966.

GRACE, J.K.; LAKS, P.E & YAMAMOTO, R.J. Efficacy of chlortalonil as a wood preservative against the Formosan subterranean termite. **Forest Products Journal**, 43.(1): 21-24. 1993.

GRACE, J.K.; YATES, J.R.; TAMASHIRO, M. & YAMAMOTO, R.J. Persistence of organochlorine insecticides for formosan subterranean termite (Isoptera:Rhinotermitidae) control in Hawaii. **Journal of Economic Entomology**, 86 (3): Household and Structural Insects, 761-766. 1993.

HAMER, J.L. Southeastern branch insect detection evolution and prediction report 1983. Souther Branch College Park. **Entomology Society of American**, 44p. 1985.

HARRIS, W.V. **Termites: Their recognition and control**, Second Edition Longman Group Ltd., England, 186p. 1971.

HARTFORD, W.H. The environmental of wood preservation. **American Wood Preservers' Association (AWPA)**, 7p. 1976.

HARVERTY, M.I., TAMASHIRO, M & SU., N-Y. Effects of three Insects Growth Regulator, Feeding Substrates, and colony Origin on Survival and Presoldier Production of ther Formosan Subterranean Termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology** , 78 (6): 1260-1263. 1985.

HEDLEY, M.E. & BUTCHER, J.A. Protocol for Evaluating and Approving New Wood Preservatives. **The International Research Group on Wood Preservation**. 16<sup>th</sup>. Annual Meeting. Working Group II. Fundamentals of Testing. 16<sup>th</sup>. Annual Meeting. Doc. N° IRG/WP/2159, Brazil, 12-17 May, 1-7. 1985.

HERMAN, H.R. (ed.) **Social Insects**. V.I. Academic Press, Inc., (London) Ltd., 437p. 1979.

HOWICK, C.D. & CREFFIELD, J.W. Laboratory studies of the termiticidal effectiveness of chlorpyrifos. **18<sup>th</sup> Forest Products Research Conference (CSIRO)**. Division of Building Research, .2: Topic2/28, 1-5. 1977.

HOWICK, C.D. & CREFFIELD, J.W. Synthetic pyrethroid and wood preservation. **19° Forest Products Research Conference**. (CSIRO) Division of Building Research. Topic3/12, 3p. 1979.

HOWICK, C.D. & CREFFIELD, J.W. Further Informartion on the Efficacy of some Synthetic Pyrethroid in Wood Preservation. **20<sup>th</sup> Forest Products Research Conference** (CSIRO), Topic WP/2, 1-8. 1981.

HOWICK, C.D. & CREFFIELD, J.W. Laboratory bioessays to compare the efficacy of chlorpyrifos and dieldrin in protecting wood from termites. **International Pest Control**, 40-43. 1981.

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

JONES, S.C.; CARTER, F.L. & MAUDLIN, J.K. *Reticulitermes flavipes* (Kollar) (soptera: Rhinotermitidae) responses to extracts from six brazilian woods. **Environmental Entomology**, 12: 458-462. 1983.

KALSHOVEN, L.G.E. Insects Sociaux 5, (p.75). Observations on the black termite, *Hospitalitermes* spp. of Java and Sumatra. In: BRIAN, M.V., 1965. (Ed.). **Social Insects Populations**. Academic Press, London, 135p. 1958.

KENAGA, E.E.; WITHNEY, W.K.; HARDY, J.L. & DOTY, A.E. Laboratory Tests with Dursban Insecticide. **Journal of Economic Entomology**, 58 (6): 1043-1051. 1965.

KOFOID, C.A. **Termites and Termites Control**. Sec. Ed., Berkerly, University of California Press, 781p. 1934.

KOSUMA, J. Dow Chemical Company, **Internal Communication**, Dec, 16, 1983.

LAKS, P.E. & PRUNER, M.S. Wood Preservative Properties of Chlorpyrifos. **Forest Products Society**. V.45(2):67-71. 1995.

LEE, K.E. & WOOD, T.G. 1971. Termites and Soils (p.58) In: FONTES, L.R & BERTI FILHO, E., (ed.): **Alguns Aspectos Atuais da Biologia e Controle de Cupins**, Piracicaba, FEALQ, 184p.il, 1995.

LELIS, A.T. de. Cupins – Preservação e Erradicação. **Preservação de Madeiras**, São Paulo. 6/7 (1): 51-58. 1976.

LELIS, A.T. de. Damage by wood-attacking insects in buildings in São Paulo State-Brazil. **The International Research Group on Wood Preservation**. Working Group I. Biological Problems. Paper prepared for the 10<sup>th</sup>. Annual Meeting. Peebles, Scotland, Sept.1978. doc. N° IRG/WP/1207, 1-6. 1978.

LELIS, A.T. de. Cupins urbanos: biologia e controle (p70-84) *In*: FONTES, L.R. & BERTI FILHO, E., (Ed.) **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**, Piracicaba, FEALQ, 184p. 1998.

LELIS, A.T de. Primeiro registro no Brasil de rainha de substituição de *Coptotermes havilandi* e sua implicação no controle desse cupim. **Revista Vetores e Pragmas** , Ano II, 4: 19-23. 1999.

LEPAGE, E.; OLIVEIRA, A.M.F.; LELIS, A. T. de; LOPEZ, G.A.C.; CHIMELO, J.P.; OLIVEIRA, L.C.S.; CAÑEDO, M.D.; CAVALCANTE, M.S.; IELO, P.K.Y; ZANOTTO, P.A. & MILANO, S. (eds.) **Manual de Preservação de Madeiras**. .1: 342p. 1986.

LEPAGE, E.S. Método padrão sugerido pela IUFRO para ensaios de campo com estacas de madeira. **Preservação de Madeiras**, S.P., 1 (4):204-216, out/dez. 7pp. 1970.

LEVY, C.R. Methods of Treatment of Wood Preservatives. The Selection of Appropriate Preservation Process with Particular Reference to Mixed Tropical Forest Resources. **The International Research Group on Wood Preservation**. Working Group III. Preservatives and Methods of Treatments. Doc. N. IRG/WP/3177, 1-9. 1982.

LOGAN, J.W.M.; COWIE, R.H. & WOOD, T.G. Termite (Isoptera) control in agriculture and forestry by non-chemical methods: a review. **Bulletin of Entomological Research**, 80: 309-330. 1990.

LOPEZ, A.G.C.; LEPAGE, E.S. & MONTAGNA, R.G.. Ensaios de campo em preservação de madeiras realizados através do convênio IPT-IF. **Iº Encontro Brasileiro em Preservação de Madeiras**, 187-196. 1982.

LUND, P.W. Lettre sur les Habitudes de quelques Fourmis du Brésil, adressée à M. Audouin. **Ann., Sci., Nat.**, 23: 113-138. 1831.

MACEDO, N. Atualização no controle de cupins subterrâneos em cana-de-açúcar (p.121-126). *In*: FONTES, L.R. & BERTI FILHO, E. (Ed.) **Alguns aspectos Atuais da Biologia e Controle de Cupins**, Piracicaba, FEALQ, 184p., 1995. 1995.

MARICONI, F.A.M. Térmitas prejudiciais às madeiras (p.100-124). *In*: MARICONI, F.A.M.; ZAMITH, A.P.L.; ARAÚJO, L.R.; A.FILHO, M.A. & PINCHIN, R. (ed.) **Inseticidas-3 e seu emprego no combate às pragas**, 2ª Edição, Editora Nobel, V.III, 246p. 1986.

MATSUMURA, F. **Toxicology of Insecticides** (Ed.) Library of Congress Cataloging, Sec. Ed., Plenum Press, New York, 503p. 1976.

MAUDLIN, J.K. & BEAL, R.H. Entomogenous Nematodes for Control of Subterranean Termites, *Reticulitermes* spp. (Isoptera:Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, 82 (6): 1638-1642. 1989.

MAUDLIN, J.K. & KARD, B.M. Dissodium octoborate tetrahydrate treatments to slash pine for protection against formosan subterranean termite and Eastern subterranean termite (Isoptera:Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, 89 (3): 682-687. 1996.

MIKLÓS, A.A.W. de. Papel de Cupins e Formigas na Organização e na Dinâmica da Cobertura Pedológica (p.227-241). *In: FONTES, L.R. & BERTI FILHO, E. (eds.) Cupins: o Desafio do Conhecimento*. Anais do IIº Simpósio de Termitologia dos Países do Mercosul, Piracicaba, FEALQ, 511p. 1998.

MILANO, S. Diagnóstico e controle de cupins em áreas urbanas (p.45-74). *In: FONTES, L.R. & BERTI FILHO, E. (ed.) Cupim: o Desafio do Conhecimento*, Piracicaba, FEALQ, 512P. 1998.

NOIROT, C. **From wood-to humus-feeding: an important Trend in Termite Evolution, Biology and Evolution of Social Insects** (J.Billen, Ed.) Leuven Univ., Press, V.I (107-109). 1992.

NUTTING, W.L. Fly and Colony Foundation.,Cap. 8 (p.233-382). *In: KRISHNA, K. & WEESNER, M. (Ed.) Biology of Termites*. New York Press, 598p. 1970.

OCLOO, J.K. The Estimation of Damage by the Larger Macrotermitinae (Isoptera:Insecta) Using Volume Measurement. **Ghana Journal of Science**. 13 (1): 93-96. 1972.

OLIVEIRA, A M.F. Laboratory tests on the residual effects of pyrethroids against termites after one year. **The International Research Group on Wood Preservation**, Working Group I: Biological Problems sub group 4: Termites Problems related to to structure and products. Doc. n. IRG/WP/1216, 7pp. 1983.

OLIVEIRA, A.M.F. & MILANO, S. Technical viability of deltamethrin as a pre-treatment wood preservatives. **The International Research Group on Wood Preservation**, Section 5. Wood Protecting Chemicals. Doc. N. IRG/WP/93-30012, 17p. 1983.

OSLER, R.J. & STONE, M.W.S. The permanence of permethrin in wood preservation. **The International Group on Wood Preservation**. Working Group III. Preservative and Methods of Treatment, Doc. N. IRG/WP/3288, 1-15. 1984.

PAIVA, C.L. Cupins e o patrimônio histórico edificado (p.133-162). *In: FONTES, L.R. & BERTI FILHO, E. (Eds.) Cupins: o Desafio do Conhecimento*, Piracicaba, FEALQ, 512p. 1998.

PAMILO, P. & CROZIER, R.H.. (eds.) **Evolution of Social Insects. Sex Allocation and Kin Selection**. Oxford University Press, 306p. 1996.

PRESTON, A .F.; McKAIG, P.A. & WALCHESKI, P.J. Termites Resistance of Treated Wood in an Ground Field Test. **The International Research Group on Wood Preservation**, Working Group Ib. Biological Problems (Fauna). Doc.nº IRG/WP/2241, 1-7. 1986.

RAETANO, C.G.; WILCKEN, C.F. & CROCOMO, W.B. Controle de cupins em florestas de eucalipto com o inseticida fipronil (Regent 20G) aplicado em cobertura **Revista Árvore**, 21 (02):289-293. 1997.

READ, J.S. & BERRY, R.W. An evaluation of the synthetic pyrethroid cypermethrin in organic solvent and emulsion formulation. **The International Research Group on Wood Preservation**.

Working Group III. Preservatives and Methods of Treatments, Doc. N. IRG/WP/3290, 11p. 1984.

RESENDE, V.F.; NOGUEIRA, P.B.; ZANUNCIO, J.C. & GUEDES, R.N.C. Avaliação do carbossulfan em liberação controlada para proteção de mudas de eucalipto contra cupins de solo. **Revista Árvore**, 17 (01):10-15. 1993.

RICHARDS, O.W. & DAVIES, R.G. **Tratado de Entomología** (ed.) Imms. Ediciones Omega, S.A. V.II, 997p. 1984.

RICHARDSON, B.A. 1978. Wood Preservation, Lancaster, The Contruction Press (VI p.10) *In*: LEPAGE, E; OLIVEIRA, A M.F.; LELIS, A.T.de; LOPEZ, G.A.C.; CHIMELO, J.P.; OLIVEIRA, L.C.S.; CAÑEDO, M.D.; CAVALCANTE, M.S.; IELO, P;K.Y.; ZANOTTO, P.A. & MILANO S, **Manual de Preservação de Madeira** 1986, V.I, 342pp.

ROSE, K.; KOSUMA, J. & SPARROW, P. Evaluation of Chlorpyrifos as an Insecticidal Component of a Wood Preservative. **The International Research Group on Wood Preservation**. Working Group III. Preservatives and Methods of Treatments. Agricultural Products, The Dow Chemical Company, Doc. N. IRG/WP/ 3301, 1-10. 1984.

RUTHERFORD, D; REAY, R.C. & FORD, M.G. Loss of pyrethroids from treated wood. *In*: OXLEY, T.A. & BARRY S. (eds.) **Biodeterioration** 5. John Wiley and Sons. 144-153. 1983.

SANTOS, E. **Os insetos (Vida e Costume)** (ed.) Coleções Zoológicas, V.9. Tomo I. F. Briguiet & Cia. Editores, 206pp. 1961.

SMITH, V.K.; BEAL, R.H.& JOHNSTON, H.R. Twenty-seven years of termite control tests. **Pest Control**, 40 (6): 28-30. 1972.

SNYDER, T.E. **Our Enemy the Termite** (p.44) (Ed.) Comstock Publishing Company, Inc., Ithaca, N.Y., 187p. 1935.

SONTI, V.R. & CHATTERJEE, B. Behavior of some selective indian species towards treatments with solvent based water repellent preservatives. **The International Research Group on Wood Preservation**. Working Group III. Preservatives and Methods of Treatment. Doc. N. IRG/WP/3309, 11p. 1984.

SU, N-Y; TAMASHIRO, M.; YATES, J.R. & HARVERTY, M.I. Effect of behavior on the evaluation of insecticides for prevention of or remedial control of the formosan subterranean termite (Isoptera:Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, 75: 188-193. 1982.

SU, N-Y; TAMASHIRO, M & HARVERTY, M.I. Effects of three Insects Growth Regulators Feeding Substrates, and Colony Origin on Survival and Presoldier Production of the Formosan Subterranean Termite (Isoptera:Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, V.78, n.6, 1259-1263. 1985.

SU, N-Y; TAMASHIRO, M. & HARVERTY, M. Characterization of slow-acting insecticides for the remedial control of the formosan subterranean termite (Isoptera:Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, 80 (1):1-4. 1987.

SU,N-Y. Field Evaluation of a Hexaflumuron Baits for Population Supression of Subterranean Termites (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, 87:389-399. 1994.

TAVARES, O.D. de P. 1984. O incentivo ao reflorestamento no Brasil. II Seminário sobre Exportação de Madeiras Tropicais, São Luis-MA, 17 outubro 1984, 7p. *In* LEPAGE, E. (ed.), **Manual de Preservação de Madeira**, 1, IPT.p. 1986.

TSUNODA, K. & NISHIMOTO, K. Laboratory evaluation of organophosphates as termiticides. **The International Research Group on Wood Preservation**, Working Group III. Preservatives and Methods of Treatments. Doc.nº IRG/WP/3330, 11p. 1985.

TSUNODA, K; YOSHIMURA, T. & NISHIMOTO, K. Effects of soil burial on the temiticial performance of pyrethroids. **Material und Organismen**, Bd. 1989 Heft 3, 227-238. 1989.

WATSON, J.A.L. & GAY, F.J. Isoptera:Termite (p.331) *In*: (ed.). **The Insects of Australia**, Commonwealth Scientific Industries Research Organization (CSIRO), Ithaca, N.Y., V.I, 542p. 1991.

WILCKEN, C.F. & RAETANO, C.G. Controle de cupins em florestas (p.141-154). *In*: FONTES, L.R. & BERTI FILHO, E. (ed.) **Alguns Aspectos Atuais da Biologia e Controle de Cupins**, Piracicaba, FEALQ, 154p. 1995.

WILCKEN, C.F. & RAETANO, C.G. Atualidades no controle de cupins em florestas de eucalipto, (p.173-183). *In* BERTI FILHO, E. & FONTES, L.R. (eds.) **Cupim: o Desafio do Conhecimento**. Piracicaba, FEALQ, 512p. 1998.

ZORZENON, F.J. & POTENZA, M.R. Cupins: pragas em áreas urbanas. **Boletim Técnico do Instituto Biológico de São Paulo**, 10: 5-40. 1998.