

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE BIOLOGIA**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE  
E BIOTECNOLOGIA APLICADA**

**DISSERTAÇÃO**

**Avaliações Mensais de Estacas de Pinus como Isca-  
Armadilha para Cupins Subterrâneos em Áreas de  
Composições Florísticas Distintas no Jardim Botânico do Rio  
de Janeiro e Avaliação de Extratos Botânicos como  
Cupinicida.**

**Marcus Nascimento Santos**

**2008**



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE E BIOTECNOLOGIA  
APLICADA

**Avaliações Mensais de Estacas de Pinus como Isca-  
Armadilha para Cupins Subterrâneos em Áreas de  
Composições Florísticas Distintas no Jardim Botânico do Rio  
de Janeiro e Avaliação de Extratos Botânicos como  
Cupinicida.**

**Marcus Nascimento Santos**

*Sob Orientação do Professor*  
**Eurípedes Barsanulfo Menezes**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, no Curso de Pós-Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada, Área de Concentração em Entomologia Aplicada.

Seropédica, RJ  
Julho de 2008

595.736

S237a

T

Santos, Marcus Nascimento, 1968 -

Avaliações mensais de estacas de pinus como isca-armadilha para cupins subterrâneos em áreas de composições florísticas distintas no Jardim Botânico do Rio de Janeiro e avaliação de extratos botânicos como cupinicida / Marcus Nascimento Santos – 2008.

66f. : il.

Orientador: Eurípedes Barsanulfo Menezes.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada.

Inclui bibliografias.

1. Térmita – Controle biológico- Teses 2. Pragas – Controle biológico - Teses 3. Pinus – Doenças e pragas – Teses. 4. Inseticidas vegetais – Teses. I. Menezes, Eurípedes Barsanulfo, 1942 - II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE BIOLOGIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE E BIOTECNOLOGIA**  
**APLICADA**

**MARCUS NASCIMENTO SANTOS**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada, área de Concentração em Entomologia Aplicada.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 25/07/2008.

---

EURÍPEDES BARSANULFO MENEZES. Ph.D. (UFRRJ)  
(Orientador)

---

ELEN DE LIMA AGUIAR MENEZES. Dra. (EMBRAPA)

---

MARIA LÚCIA FRANÇA TEIXEIRA. Dra. (JBRJ)

---

FRANCISCO RACCA FILHO. Dr. (UFRRJ)

## **DEDICATÓRIA**

A minha família e a Raquel Belmino de Souza por sempre me apoiarem em todos os momentos.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por sempre me dar força de vontade, perseverança e autoconfiança.

Aos meus pais Paulino Nascimento Santos e Walcirema do Nascimento Santos e aos meus irmãos Paulinho, Lídia, Alexandre, Beto, André e Lucinha que sempre me deram apoio para que eu pudesse alcançar os meus objetivos.

A Dra. Maria Lucia França Teixeira do Laboratório de Fitossanidade do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (IPJBRJ), pelo apoio, amizade, convívio, compreensão e grande incentivo ao meu crescimento profissional.

Ao professor Titular Eurípedes Barsanulfo Menezes da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela orientação e apoio nos momentos difíceis, quando eu realmente precisava.

Ao professor Dr. Mauricio Ballesteiro Pereira, pelos conselhos, incentivos e pela colaboração na análise estatística.

Ao Dr. Luiz Roberto Fontes pelos incentivos, ensinamentos e identificação das espécies de cupins.

Ao Dr. Celso Bredariol, ex-diretor da prefeitura do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, pela confiança e incentivo à minha qualificação profissional.

Ao professor Paulo Sergio Torres Brioso, coordenador da Pós-graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada, principalmente por ter me aceitado como aluno deste curso.

Ao Dr. Daniel Vidal Pérez da EMBRAPA-SOLOS pelas análises química dos solos.

A Raquel Belmino de Souza, grande companheira, sempre com uma palavra de incentivo.

A todos os amigos, colegas e professores do curso de Pós Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada que me proporcionaram uma alegre convivência ao longo do curso.

E a todos aqueles que contribuíram de alguma maneira para a elaboração deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

Marcus Nascimento Santos, filho de Walcirema do Nascimento Santos e Paulino Nascimento Santos, nascido em 27 de março de 1968, na Cidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Concluiu o curso em Técnico Agropecuário, 2º grau, no Colégio Técnico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em 1987. Graduou-se em Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade do Grande Rio em 2001. Quando graduando estagiou por um ano no Laboratório de Insetos Vetores - Instituto de Biologia do Instituto Oswaldo Cruz (IOC-FIOCRUZ/RJ) em 2000. Especializou-se no curso de pós-graduação lato sensu em Ensino de Ciências e Biologia pela Faculdade São Judas Tadeu em 2003. Foi aprovado em concurso público para professor de Ciências da Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro em 2001 e, para o cargo de Técnico do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro em 2002, locais onde exerce as devidas funções atualmente.

## RESUMO GERAL

SANTOS, Marcus Nascimento. **Avaliações Mensais de Estacas de Pinus como Isca-Armadilha para Cupins Subterrâneos em Áreas de Composições Florísticas Distintas no Jardim Botânico do Rio de Janeiro e Avaliação de Extratos Botânicos como Cupinicida**. 2008. 66 f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada). Instituto de Biologia, Departamento Fitopatologia e Entomologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

Este trabalho foi realizado no Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ) onde foram desenvolvidos dois experimentos descritos em duas etapas. A primeira etapa teve como objetivos: avaliar mensalmente ao longo de 12 meses estacas de *Pinus* sp como isca-armadilha para cupins subterrâneos em três áreas de composições florísticas distintas no arboreto do JBRJ, nomeadas de cerrado-JB, gramado-JB e mata-JB, e verificar a influência dos fatores ou variáveis ambientais sobre o ataque às iscas de *Pinus* sp pelos cupins subterrâneos das espécies, *Coptotermes gestroi* (Wasmann) (áreas cerrado-JB e gramado-JB) e *Heterotermes longiceps* (Snyder) (área mata-JB), (Isoptera: Rhinotermitidae). A segunda etapa teve como objetivo avaliar extratos botânicos com ação bioinseticida para o controle do cupim subterrâneo, *C. gestroi*. As estacas foram enterradas em cada área em 6 blocos com três parcelas cada e mensalmente coletadas e substituídas ao longo de 12 meses. As estacas de *Pinus* sp foram previamente imersas em água destilada por três períodos (0, 24 ou 48 horas). Foram avaliadas as seguintes variáveis ambientais: luminosidade (manhã e tarde), temperatura do solo (manhã e tarde), temperatura relativa do ar (máxima e mínima), precipitação pluviométrica, umidade do solo, umidade relativa do ar, pH e Carbono (C) orgânico do solo. O ataque às iscas de *Pinus* sp pelos cupins subterrâneos ocorreram durante todo o ano e sem uma preferência do pinus sob diferentes períodos de imersão em água destilada. O pico do ataque às estacas ocorreu nos meses de março e setembro. Umidade relativa do ar, umidade do solo e precipitação pluviométrica tiveram correlação significativa com o ataque às estacas de *Pinus* sp pelos cupins subterrâneos. Entretanto, para *C. gestroi* essas variáveis ambientais tiveram correlação negativa com o ataque às estacas. Para *H. longiceps* a umidade relativa do ar teve correlação negativa e a umidade do solo positiva. O pH ácido dos solos das áreas estudadas pareceu ser propício às atividades de forrageamento dos cupins. A quantidade de C orgânico disponível no solo pareceu não ter influenciado a atividade de forrageamento das duas espécies de cupins. O ataque às iscas de *Pinus* sp pela espécie *C. gestroi* foi mais severo que o ataque por *H. longiceps*. Na segunda etapa do trabalho os cupins foram expostos a sete tratamentos com cinco repetições cada durante 20 dias. Os extratos aquosos das folhas de *Melia azedarach*, *Tectona grandis*, *Carapa guianensis*, *Aspidosperma polyneuron*, *Myracrodruon urundeuva* e *Leucaena leucocephala*, na concentração de 10%, foram impregnados em pedaços de papelão corrugado. Com exceção de *L. leucocephala*, cujo consumo do papelão foi menor, os demais extratos vegetais e a testemunha (papelão e água destilada) foram consumidos igualmente. A atividade inseticida dos extratos de *M. azedarach*, *M. urundeuva* e *T. grandis* foi responsável por 100, 100 e 95,38% de mortalidade de cupins, respectivamente. Os extratos de *L. leucocephala*, *A. polyneuron* e *C. guianensis* não apresentaram atividade inseticida para o controle de *C. gestroi*.

**Palavras-chave:** cupim subterrâneo, variáveis ambientais, plantas inseticidas.

## GENERAL ABSTRACT

Santos, Marcus Nascimento. **Monthly Assessments of Stakes of Pinus as Bait-Trap for Subterranean Termites in Different Areas of Compositions Florísticas in the Botanical Garden of Rio de Janeiro and Evaluation of botanical extracts as Cupinícida**. 2008. 66 f. Dissertation (Masters Degree in Applied Biotechnology and Plant Health). Institute of Biology, Plant and Entomology Department, Rural Federal University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

This work was made in the Research Institute Botanic Garden of Rio de Janeiro (JBRJ) where two experiments were carried out in two steps. The first step had the following objectives: to study the attack behavior of subterranean termites over stakes of pinus trap in three areas of different compositions floristic seed source in the JBRJ, appointed by cerrado-JB, lawn - JB and forest-JB over one year. To study the environmental influences on the pinus baits attack by subterranean termites monthly over year of observation. The subterranean termites belonged to the species, *Coptotermes gestroi* (Wasmann) (areas cerrado-JB and lawn-JB) and *Heterotermes longiceps* (Snyder) (area forest-JB), (Isoptera: Rhinotermitidae). The second step aimed to study botanical extracts with bioinsecticida action for the control of subterranean termite, *C. gestroi*. In each area 6 blocks with three plot were buried stakes and collected and replaced monthly over 12 months. The stakes of *Pinus* sp were previously immersed in distilled water for three periods (0, 24 or 48 hours). The environmental variables were evaluated: luminosity (morning and afternoon), soil temperature (morning and afternoon), air temperature (maximum and minimum), rainfall, soil moisture, humidity, pH and carbon (C) organic soil. The results showed that the attack on baits of *Pinus* sp occurred all the year without a preference for different periods of immersion in distilled water. The peak of the attack on stakes occurred in months march and september. The environmental variables: humidity, soil moisture and rainfall had significant correlation with the attack on the stakes of *Pinus* sp by subterranean termites. *C. gestroi* attack had negative correlation with environmental variables. *H. longiceps* attack had negative correlation with humidity and positive correlation with soil moisture. The acid pH soil areas studied appeared to be helpful to the activities of the foraging termites. The amount of organic C available in the soil seems don't have influence on foraging activities of the two species of termites. The attack on baits of *Pinus* sp by the species *C. gestroi* was more severe that the attack by *H. longiceps*. In the second step the termites were exposed to seven treatments with five replications each for 20 days. The aqueous extract of the leaves of *Melia azedarach*, *Tectona grandis*, *Carapa guianensis*, *Aspidosperma polyneuron*, *Myracrodruon urundeuva* and *Leucaena leucocephala*, the concentration of 10%, were impregnated with pieces of corrugated cardboard. With the exception of *L. leucocephala*, which was lower consumption of cardboard, the other plant extracts and control (paper and distilled water) were also consumed. The insecticidal activity of the extracts of *M. azedarach*, *M. urundeuva* and *T. grandis* was responsible for 100, 100 and 95.38% mortality of termites, respectively. The extracts of *L. leucocephala*, *A. polyneuron* and *C. guianensis* showed no activity insecticide for the control of *C. gestroi*.

**Keywords:** subterranean termite, environmental variables, Plants insecticides.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I - Avaliações Mensais de Estacas de Pinus como Isca-Armadilha para Cupins Subterrâneos em Áreas de Composições Florísticas Distintas no Jardim Botânico do Rio de Janeiro.....</b>	<b>2</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>3</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>4</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
1.2. Revisão de Literatura.....	7
1.2.1 Cupins e Benefícios.....	7
1.2.2 Cupins e Fatores Ambientais.....	8
1.2.3 Cupins e Pragas.....	10
1.2.4 O Uso de Iscas como Atrativos para Cupins Subterrâneos.....	11
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>13</b>
2.1 Área de estudo.....	13
2.1.1 Área cerrado-JB.....	13
2.1.2 Área gramado-JB.....	13
2.1.3 Área mata-JB.....	13
2.2 Preparo das iscas.....	14
2.3 Monitoramento das variáveis ambientais.....	15
2.4 Análise dos dados.....	15
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>27</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>28</b>
<b>CAPÍTULO II - Avaliação de Extratos Botânicos como Cupinicida.....</b>	<b>35</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>36</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>37</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>38</b>
1.2. Revisão de Literatura.....	39
1.2.1 Propriedades inseticidas dos vegetais.....	39
1.2.2 Plantas inseticidas.....	39
1.2.2.1 Teca - <i>Tectona grandis</i> Lf.....	40

1.2.2.2 Leucena - <i>Leucaena leucocephala</i> . (Lam.) de Wit.....	40
1.2.2.3 Cínamomo ou Pára-raios - <i>Melia azedarach</i> L. ....	40
1.2.2.4 Andiroba - <i>Carapa guianensis</i> Aubl.....	41
1.2.2.5 Peroba-do-campo - <i>Aspidosperma polyneuron</i> Muell. Arg. ....	42
1.2.2.6 Aroeira - <i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All. ....	42
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>43</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>44</b>
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>47</b>
<b>5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>48</b>
<b>CONCLUSOES GERAIS.....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>53</b>

## INTRODUÇÃO GERAL

Para o estudo da atividade de forrageamento de cupins subterrâneos, bem como, do comportamento, biologia, controle, monitoramento, dentre outros, se faz necessário o uso de métodos de captura como o manual, por se adequar melhor a levantamentos, dado o maior número de espécies coletadas e o método de iscas artificiais, por capturar ou atrair até subgrupos funcionais de cupins (ASSUNÇÃO, 2002). Como isca artificial destaca-se o Pinus que apresenta maior atratividade para os cupins subterrâneos (PERALTA et al., 2003; NOBRE et al., 2004; PERALTA et al., 2004; BRITO, 2004; MESSENGER et al., 2005; MORALES-RAMOS et al., 2005; RAINA & FLORANE, 2005). Há uma tendência das madeiras macias como o *Pinus* sp, serem mais consumidas do que as madeiras duras. As iscas artificiais são também muito eficazes quando usadas no manejo integrado de pragas (PETERS & FITZGERALD, 1998).

Fatores como as variáveis ambientais podem influenciar, aumentando ou diminuindo a atividade de forrageamento de cupins subterrâneos. BRITO (2004) verificou que para o cupim *C. gestroi* (Wasmann) há ausência total do forrageamento durante o período de junho a julho em área rural do Rio de Janeiro e atribuiu este fato aos diversos fatores abióticos, com maior influência da umidade. ALMEIDA & ALVES (1999), observaram também que a atividade de forrageamento de *Heterotermes tenuis* (Snyder) em época seca é menor na proximidade da superfície do solo.

A partir de 1985, houve a proibição pelo Ministério da Agricultura, do uso e comercialização dos clorados, devido à alta persistência e contaminação do ambiente, fazendo-se necessário o estudo de novas moléculas de inseticidas ou de alternativas (ALMEIDA et al., 2003). Os cupinicidas químicos utilizados no controle do cupim subterrâneo *C. gestroi*, ainda que menos agressivos que os produtos utilizados no passado, podem potencialmente causar impacto através da poluição e contaminação do solo, do lençol freático, dos rios e das lagoas, afetando os seres vivos e o ambiente. A busca por extratos naturais de plantas provenientes da flora brasileira que possuam atividade cupinicida visa oferecer uma alternativa viável à utilização dos agrotóxicos, com menor impacto para o meio ambiente.

O presente estudo é apresentado em dois capítulos. O primeiro capítulo avaliou mensalmente ao longo de 12 meses estacas de *Pinus* sp como isca-armadilha para cupins subterrâneos em áreas de composições florísticas distintas no arboreto do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. E verificou mensalmente ao longo de 12 meses a influência dos fatores ambientais na atividade de ataque as iscas de pinus por cupins subterrâneos nos ambientes definidos para o experimento. O segundo capítulo avaliou a ação inseticida de alguns extratos vegetais para o controle do cupim *C. gestroi*.

## **CAPÍTULO I**

**AVALIAÇÕES MENSAS DE ESTACAS DE PINUS COMO ISCA-  
ARMADILHA PARA CUPINS SUBTERRÂNEOS EM ÁREAS DE  
COMPOSIÇÕES FLORÍSTICAS DISTINTAS NO JARDIM BOTÂNICO  
DO RIO DE JANEIRO.**

## RESUMO

### **Capítulo 1 - Avaliações mensais de estacas de pinus como isca-armadilha para cupins subterrâneos em áreas de composições florísticas distintas no Jardim Botânico do Rio de Janeiro.**

Este primeiro capítulo teve como objetivos: avaliar mensalmente ao longo de 12 meses estacas de *Pinus* sp como isca-armadilha para cupins subterrâneos em três áreas de composições florísticas distintas no arboreto do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, nomeadas de cerrado-JB, gramado-JB e mata-JB. Verificar mensalmente ao longo de 12 meses a influência dos fatores ou variáveis ambientais sobre o ataque às iscas de *Pinus* sp por cupins subterrâneos nos ambientes definidos para o experimento. Os cupins subterrâneos pertenciam às espécies, *Coptotermes gestroi* (Wasmann) (áreas cerrado-JB e gramado-JB) e *Heterotermes longiceps* (Snyder) (área mata-JB), (Isoptera: Rhinotermitidae). Em cada área as estacas foram enterradas em 6 blocos com três parcelas cada e mensalmente coletadas e substituídas ao longo de 12 meses. As estacas de *Pinus* sp foram previamente imersas em água destilada por três períodos (0, 24 ou 48 horas). Foram avaliadas as seguintes variáveis ambientais: luminosidade (manhã e tarde), temperatura do solo (manhã e tarde), temperatura relativa do ar (máxima e mínima), precipitação pluviométrica, umidade do solo, umidade relativa do ar, pH e Carbono (C) orgânico do solo. Os resultados demonstraram que o ataque às iscas de *Pinus* sp ocorreram por todo o ano sem uma preferência por diferentes períodos de imersão em água destilada. O pico do ataque às estacas ocorreu nos meses de março e setembro. As variáveis ambientais: umidades relativas do ar, umidade do solo e precipitação pluviométrica tiveram correlação significativa com o ataque às estacas de *Pinus* sp pelos cupins subterrâneos. Para o cupim *C. gestroi* as variáveis ambientais tiveram correlação negativa. Para *H. longiceps*, a umidade relativa do ar teve correlação negativa e a umidade do solo positiva. O pH ácido dos solos das áreas estudadas pareceu ser propício às atividades de forrageamento dos cupins. A quantidade de C orgânico disponível no solo pareceu não ter influenciado a atividade de forrageamento das duas espécies de cupins. O ataque às iscas de *Pinus* sp pela espécie *C. gestroi* foi mais severo que o ataque por *H. longiceps*.

**Palavras-chave:** Fatores ambientais, *Coptotermes gestroi*, *Heterotermes longiceps*.

## ABSTRACT

### **Chapter 1 - Monthly assessments of stakes of pinus as bait-trap for subterranean termites in different areas of compositions florísticas in the Botanical Garden of Rio de Janeiro.**

This first chapter had the following objectives: to study the attack behavior of subterranean termites over cutting of pinus trap in three areas of different compositions floristic seed source in the Botanical Garden of Rio de Janeiro, appointed by cerrado-JB, lawn - JB and forest-JB over one year. To study the environmental influences on the pinus baits attack by subterranean termites monthly over year of observation. The subterranean termites belonged to the species, *Coptotermes gestroi* (Wasmann) (areas cerrado-JB and lawn-JB) and *Heterotermes longiceps* (Snyder) (area forest-JB), (Isoptera: Rhinotermitidae). In each area 6 blocks with three plots were buried stakes and collected and replaced over 12 months. The stakes of *Pinus* sp were previously immersed in distilled water for three periods (0, 24 or 48 hours). The environmental variables were evaluated: luminosity (morning and afternoon), soil temperature (morning and afternoon), air temperature (maximum and minimum), rainfall, soil moisture, humidity, pH and carbon (C) organic soil. The results showed that the attack on baits of *Pinus* sp occurred all the year without a preference for different periods of immersion in distilled water. The peak of the attack on stakes occurred in months march and september. The environmental variables: humidity, soil moisture and rainfall had significant correlation with the attack on the stakes of *Pinus* sp by subterranean termites. *C. gestroi* attack had negative correlation with environmental variables. *H. longiceps* attack had negative correlation with humidity was and soil positive correlation with soil moisture. The acid pH soil of the areas studied appeared to be helpful to the activities of the foraging termites. The amount of organic C available in the soil seemed don't have influence on foraging activities of the two species of termites. The attack on baits of *Pinus* sp by the species *C. gestroi* was more severe that the attack by *H. longiceps*.

**Key words:** Environmental factors, *Coptotermes gestroi*, *Heterotermes longiceps*.

## 1 INTRODUÇÃO

Cupins ocorrem nas áreas tropicais e temperadas do mundo entre os paralelos 52°N e 45°S. Reúnem-se todos na ordem Isoptera, com mais de 2000 espécies descritas. Excluídos os fósseis, estão representados nas Américas por 84 gêneros em 5 famílias com 514 espécies. Registram-se cerca de 200 espécies no Brasil, número subestimado, pois há espécies descritas que ainda não foram assinaladas em nosso meio e muitas espécies novas para descrever (FONTES, 1995). Um grande número de espécies de cupins não é considerado praga e são benéficas para o ambiente, principalmente como eficientes decompositores de matéria orgânica (VARMA & SWARAN, 2007). Algumas espécies são consideradas pragas de madeira estrutural, da agricultura e de florestas como a Amazônia brasileira. As principais espécies causadoras de estragos em madeira estrutural de edificações são dos gêneros *Nasutitermes*, *Coptotermes* e *Cryptotermes* e em plantas agrícolas e de florestas nativas é do gênero *Coptotermes* (BANDEIRA, 1998). As espécies dos gêneros *Amitermes*, *Cylindrotermes* e *Nasutitermes* são consideradas as principais pragas de plantações de cana-de-açúcar, embora espécies de *Heterotermes* e *Neocapritermes* também causem danos em algumas áreas. Além da grande população e eventual maior agressividade de algumas espécies da fauna local, o problema é agravado pelo tipo de solo (arenoso e/ou pobre em matéria orgânica, pouco profundo), clima (estação seca e quente, prolongada e bem definida) e condições de cultivo (encostas de morro, práticas de cultivo químico e mínimo e impossibilidade de trabalho mecânico do solo (NOVARETTI & FONTES, 1998).

Segundo ZANETTI et al.,(2002), cupins são de difícil controle, uma vez que são insetos subterrâneos. São comumente vorazes e endógenos na estrutura edificada e em árvores, mostrando pouco ou nenhum sinal de sua presença, pois vivem em ninhos construídos longe do alimento e em locais ocultos e bem protegidos, sendo capazes de transitar amplamente pelo ambiente (MILANO & FONTES, 2002).

O trânsito subterrâneo no solo pela população de cupins se deve principalmente a atividade de forrageamento de alimento que geralmente abrange um território, cujo tamanho varia de acordo com a espécie. Segundo COSTA-LEONARDO & CAMARGO-DIETRICH (1999), o cupim subterrâneo *C. gestroi* possui o maior território de forrageamento e maiores populações do que o cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (Hagen) *C. gestroi* tem uma área de forrageamento estimada de 972 m<sup>2</sup>, enquanto que *H. tenuis* tem área de forrageamento estimada em 175,5 m<sup>2</sup>. Por outro lado, ALMEIDA & ALVES (1999) averiguaram que a área de forrageamento de *H. tenuis* pode ser maior, variando de 3 a 1250 m<sup>2</sup>.

A atividade de forrageamento e de tunelamento para várias espécies de cupins de várias regiões do mundo são influenciadas também por fatores ambientais como a temperatura mínima, a umidade do solo, a umidade relativa do ar, a temperatura do solo, a precipitação pluviométrica, dentre outros, sendo que há estratégias de compensação pelos cupins para o forrageamento sob diferentes condições ambientais (GUTIERREZ & WHITFORD, 1989; HAAGSMA & RUST, 1995; UMEH & IVBIJARO, 1997; HAN & NDIAYE, 1998; CRIST, 1998; SU & PUCHE, 2003; EVANS, 2003; HOUSEMAN & GOLD, 2003; AHMED & RIAZ, 2004; ARAB et al., 2005; ARAB & COSTA-LEONARDO, 2005; GREEN et al., 2005).

O conhecimento da biologia e do comportamento de cupins contribui para melhorar a eficácia do controle das espécies pragas. Para isso, fazem-se necessárias coletas dos cupins com o uso de métodos de coletas como: manual e iscas artificiais. Quando os métodos são comparados, percebe-se que a amostragem de cupins por meio de iscas artificiais constituiu-se numa técnica mais adequada para estudos que envolvam subgrupos funcionais de cupins, enquanto a coleta manual é mais adequada a levantamentos, dado o maior número de espécies coletadas (ASSUNÇÃO, 2002). Outros estudos sobre o uso de iscas foram realizados chegando-se a conclusão de que as iscas

artificiais podem ser usadas: para o manejo integrado de cupins (PETERS & FITZGERALD, 1998) em estações de monitoramento para controle, localização de colônias, conhecimento da biologia e comportamento de forrageamento (HENDERSON et al., 1997); para definir a flutuação populacional (LEWIS et al., 1998); para estimar o número de colônias de cupins subterrâneos, a área de forrageamento e as espécies predominantes nas áreas de estudo (GHAYOURFAR, 2005). O aumento do tempo da exposição das iscas a campo aumenta o número de espécies atraídas, a frequência de ataque e também uma possível mudança na dominância da espécie, de acordo com a estação do ano (DAWES-GROMADZKI & SPAIN, 2003).

Quanto ao uso a campo, SU et al. (1998) obtiveram sucesso com o uso de iscas contendo reguladores de crescimento como o hexaflumuron na eliminação de focos do cupim subterrâneo do gênero *Reticulitermes*. ALMEIDA & ALVES (1999) concluíram que os cupins carregam parte da isca contaminada com inseticida ou fungo para dentro do ninho e deste modo transmitem os agentes para outros indivíduos até a eliminação da colônia ou parte da mesma. Dessa forma, um programa de iscas requer consideravelmente menos inseticida, pois as iscas são usadas somente quando e onde são necessárias e os próprios cupins disseminam o produto a todas as castas da colônia.

Iscas podem ser feitas de vários materiais como papelão (MARTIUS et al., 1999), esterco de gado (CAMPOS et al., 1998; ASSUNÇÃO, 2002) e diversos tipos de madeiras (TREVISAN et al., 2003; SOUZA, 2008). Estacas de *Pinus* vêm sendo largamente usadas como atrativo para cupins subterrâneos (HENDERSON et al., 1997; PERALTA et al., 2003; PERALTA et al., 2004; BRITO, 2004). *Pinus sp* apresenta uma maciez natural que exerce atração aos cupins, principalmente nos estágios mais avançados de decomposição. Dessa forma, justificam-se testes que submetam o *Pinus sp* a tratamentos com diferentes tempos de imersão em água destilada visando o aumento da sua maciez, estabelecendo dessa forma, um padrão do seu uso para captura, controle e monitoramento de cupins subterrâneos.

Os objetivos deste trabalho foram: avaliar mensalmente ao longo de 12 meses estacas de *Pinus sp* como isca-armadilha para cupins subterrâneos em áreas de composições florísticas distintas no arboreto do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. E verificar mensalmente ao longo de 12 meses a influência dos fatores ou variáveis ambientais sobre o ataque as iscas de pinus por cupins subterrâneos nos ambientes definidos para o experimento.

## 1.2. Revisão de Literatura

### 1.2.1 Cupins e benefícios

Os cupins são importantes degradadores de madeira e para isso, usam suas enzimas e sua microflora intestinal (SHELTON & GRACE, 2003). Constituem parte da fauna do solo e somam com as minhocas, a maior parte da biomassa. Modificam as partículas do solo, alterando sua distribuição e a classificação da textura. Elevam o pH, a matéria orgânica e as trocas catiônicas e aumentam os níveis de nitrogênio (N) e de fósforo (P), fazendo com que os solos onde estão presentes sejam favoráveis para a agricultura (KOUASSI & LEPAGE, 1988; BASAPPA & RAJAGOPAL, 1990; ASAWALAM & JOHNSON, 2007). Portanto, a atividade de cupins tem um papel importante para influenciar variáveis químicas e físicas, que vão sendo alteradas à medida que a idade dos ninhos aumenta (ROOSE-AMSALEG et al., 2005).

Cupins reciclam nutrientes e carbono e constroem poros nos solos facilitando a infiltração da água (DAWES-GROMADZKI, 2005). Montículos de cupins e o solo adjacente também são indicadores da presença de vários minerais (micronutrientes) que podem ser usados para a exploração mineral como: ferro (Fe), alumínio (Al), P, sódio (Na), cobre (Cu), zinco (Zn), cobalto (Co), bário (Ba), cromo (Cr), lítio (Li), níquel (Ni), berílio (Be) e outros (NAGARAJU et al., 1998). Os montículos além de apresentarem altas concentrações de alumínio, ferro e sódio, contêm também argila com propriedades medicinais, anti-diarrêicas, usadas por chimpanzés na África (MAHANEY et al., 1996). Quando montículos foram nivelados e utilizados para o plantio de lavoura, sua fertilidade foi analisada e indicou altos conteúdos de carbono (C), N, P, cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) e por consequência, obteve-se alta produtividade. Porém, na área da porção central do montículo, a produção foi limitada pela deficiência de nutrientes tais como P e Fe e pelo alto pH (MIURA et al., 1990). BATALHA et al. (1995) verificaram que baixas quantidades de N- P- K adicionados ao material de cupinzeiros melhoram a produção vegetal.

Em floresta secundária da Amazônia central, os montículos de cupins e o solo próximo ao montículo apresentaram elevadas quantidades de C, N e K. Não houve diferença entre P, Mg, Fe e Zi. O solo foi pobre em Ca e o Al e a acidez foi elevada no montículo (pH 4,3) e no solo próximo ao montículo (pH 4,4) (ACKERMAN et al., 2007). Segundo RICHMAN et al. (2006), há uma inversa relação linear entre pH do solo e a mortalidade de cupins. O aumento do pH do solo diminui a atividade residual dos cupins, aumentando a mortalidade principalmente quando associado aos produtos químicos. JONES & PRASETYO (2002) em um levantamento populacional de cupins na Indonésia, atribuíram a baixa riqueza de espécies de cupins, ao elevado pH do solo ou a ocorrência natural de elementos tóxicos no solo. Entretanto BRANDÃO (1991) verificou que o pH pode não se correlacionar positivamente com as espécies.

Áreas influenciadas por cupins quando comparadas a áreas não influenciadas, são ricas em argila e silte, carbono orgânico (C orgânico), cátions trocáveis e têm maior pH e mais carbonato de cálcio do que as áreas sem a influência de cupins (MCCOMIE & DHANARAJAN, 1993; RICARDO et al., 2001). Entretanto, DONOVAN et al. (2001) afirmam que o pH é elevado pelos cupins de montículos, nos solos com pH inicialmente baixo. Os cupins aumentam também o nível de C orgânico e a umidade e modificam a estrutura física do solo, tornando-se potencialmente importantes fontes de heterogeneidade em solos de florestas tropicais.

Cupins são abundantes nas regiões mais quentes e de latitudes inferiores da Terra. Não existe nenhuma relação entre eles e fatores como o tamanho das partículas do solo (horizontes), o P encontrado nos vegetais e as chuvas. A biomassa microbiana tem uma relação negativa com os cupinzeiros pelo efeito limitado de matéria orgânica e é um dos principais fatores que influenciam a abundância de cupins (HOLT, 1996). Segundo NASH & WHITFORD (1995), cupins são

reguladores de matéria orgânica no solo, pois há uma correlação negativa significativa entre a abundância de cupins e matéria orgânica do solo. Portanto, cupins são responsáveis pela variação da matéria orgânica do solo e onde existe mais matéria orgânica, geralmente não há cupins. Cupins são degradadores de matéria orgânica e de seus nutrientes associados.

A análise do exterior e interior de ninhos de cupins arborícolas e subterrâneos, bem como do solo adjacente ao ninho na floresta amazônica, mostrou que o conteúdo de C orgânico variou entre 100 e 500 g kg<sup>-1</sup> nos ninhos, em comparação com 17 a 42 g kg<sup>-1</sup> no solo adjacente (AMELUNG et al., 1998). Segundo HOLT (1998), existem microorganismos presentes nos cupinzeiros que degradam a matéria orgânica, principalmente as espécies de cupins que cultivam fungos. Em áreas degradadas, cupinzeiros têm um papel importante retendo nutrientes em suas estruturas, nas regiões semi-áridas ou em processo de desertificação (TAKESHITA & ARAYA, 2004). Em regiões tropicais são responsáveis pela manutenção da fertilidade, aumento da aeração do solo, tornando-o mais poroso (MIRANDA et al., 2004). Em solos impermeáveis, LEONARD & RAJOT (1998) verificaram que a presença de cobertura morta aumenta a umidade do solo, atraindo os cupins que constroem buracos no solo, facilitando a infiltração da água da chuva e recuperando o solo. Segundo CRIST (1998), além de fatores como textura do solo e matéria orgânica, a temperatura do solo também influencia a distribuição dos cupins no solo. Por outro lado, BASU et al. (1996) concluíram que a abundância de cupins é maior em florestas inalteradas do que nas que sofreram perturbações antrópicas. Resultado parecido foi encontrado por SOLANK (1995) que verificou no período de pós-monções, que a taxa de decomposição da matéria orgânica do solo foi elevada em solos com atividade de cupins, bem como a perda de Na e N, P e K. A decomposição foi relacionada à umidade do solo e foi independente da temperatura do solo.

A presença de cupins enriquece o solo com matéria orgânica e argila fina, aumentando a fertilidade e a capacidade de retenção de água gradativamente (MIEDEMA et al., 1994). Segundo WHITFORD (1991), há uma relação negativa entre abundância/atividade de cupins e matéria orgânica do solo. Sendo assim, em regiões desérticas cupins são fundamentais, pois aumentam a infiltração de água no solo e conseqüentemente melhoram sua capacidade de retenção de água. Nas savanas australianas, BISHT et al. (1988) e HOLT & CONVENTRY (1990) verificaram que a decomposição da matéria orgânica se limita à estação chuvosa e que os cupins exercem um efeito significativo sobre a ciclagem de nutrientes, podendo ser responsáveis por até 20% da decomposição da matéria orgânica, aumentando a fertilidade do solo quando o cupinzeiro sofre erosão.

A diminuição da massa de serrapilheira é maior em floresta quando espécies de cupins estão presentes (CEPEDA-PIZARRO & WHITFORD, 1990). Porém GARNIER-SIRLLAM & HARRY (1995), esclarecem que apenas as espécies que utilizam a matéria orgânica para a construção dos seus ninhos, contribuem após a morte do cupinzeiro para a conservação do solo.

### 1.2.2 Cupins e fatores ambientais

O comportamento dos cupins é afetado pelos fatores ambientais. Fatores como temperatura do ar, temperatura do solo e luminosidade podem influenciar o forrageamento de cupins. Quando ocorre variação da temperatura, há variação da atividade de forrageamento de cupins. STRACK & MYLES (1997), verificaram em colônias de *Reticulitermes flavipes* (Kollar) sob condições de laboratório, que quando a temperatura declina até 10°C há forrageamento e tunelamento, após 5°C os cupins tornam-se lentos e sua atividade cessa totalmente quando a temperatura atinge 0°C. Quando a temperatura está na faixa de 5 à 0°C, os cupins se aprofundam mais no solo. Trabalho realizado por FEI & HENDERSON (2004) demonstrou que a temperatura do solo afeta significativamente a atividade de forrageamento de cupins subterrâneos de acordo com a época do ano. O ataque de cupins varia de acordo com a direção da luminosidade e com a espécie de cupim.

ISMANTO & SUMARNI (1992) concluíram que o teor de umidade do solo e a sua temperatura exercem efeito significativo sobre a distribuição do cupim subterrâneo, *Coptotermes curvignathus* Holmgren. Portanto, mais cupins são encontrados no solo quando a umidade e a temperatura estão acima de 21,71% e 25,7°C, respectivamente.

Para EVANS & GLEESON (2001), há um padrão de ataque pelos cupins subterrâneos que é influenciado pela temperatura relativa do ar e do solo, numa correlação positiva, sendo maior no verão e menor no inverno. Em plantações de cana-de-açúcar na Índia, SRIVASTAVA & SINGH (2004 a), constataram que a infestação de cupins é inversamente relacionada ao aumento ou ao declínio da temperatura relativa do ar e da umidade do solo.

Temperaturas relativas de 11°C a 13°C e umidade do solo de 1,49% a 3,4% são mais propícias à infestação, tanto para cupins subterrâneos quanto para cupins arborícolas. Em testes realizados por AKHTAR & SARWAR (1995) foi verificado que existe uma correlação positiva entre densidade populacional/atividade de forrageamento de cupins e a umidade relativa do ar, porém essa correlação é extremamente fraca. Entretanto, para a temperatura, essa correlação foi negativa. Portanto, parece que há uma combinação crítica entre temperatura e umidade relativa do ar que determina a atividade de forrageamento dos cupins (34°C e 60% UR). Por outro lado, para AHMED & RIAZ (2004), a densidade populacional de cupins não se corresponde significativamente com a umidade relativa do ar. BA-ANGOOD & EL-DAHEYA (2001), observaram no Oriente Médio, que o número de cupins arborícolas encontrados em iscas é máximo quando a temperatura média varia de 31 a 35 °C (março, abril e junho) e mínimo quando a temperatura média varia de 29 a 33 °C (novembro, dezembro e janeiro). Em cupinzeiros de *Macrotermes* spp (África) a temperatura do solo tem média mensal de 28,6°C e a umidade do solo 29,9% (BASIMIKE & MUTINGA, 1990). A atividade de forrageamento para o cupim subterrâneo *Reticulitermes hesperus*, segundo HAAGSMA & RUST (1995), está relacionada em área urbana à temperatura mínima e em área preservada, à temperatura mínima e à precipitação.

A disponibilidade de biomassa de matéria orgânica aliada à umidade do solo aumenta o ataque por cupins. Assim sendo, em florestas há maior riqueza de espécies de cupins do que em plantações por causa da maior retenção de água nessas áreas (ATTIGNON et al., 2005). O papel da umidade do solo também foi observado por UMEH & IVBIJARO (1997) na África, onde a população de cupins aumenta na estação chuvosa e diminui na seca. Os autores destacaram ainda que a presença de resíduos de colheitas aumenta o ataque de cupins e que a textura do solo, não influencia sua presença. A alta umidade do solo também foi responsável pelo aumento do ataque de cupins subterrâneos em plantações de legumes na África (HAN & NDIAYE, 1998). Por outro lado, experimentos em área de deserto dos Estados Unidos, feitos por GUTIERREZ & WHITFORD (1989), evidenciaram que a eliminação de cupins subterrâneos nessa área prejudica o crescimento das espécies de plantas locais, principalmente porque os cupins favorecem o aumento da umidade do solo e o nível de nitrogênio disponível e esses fatores são diminuídos após a eliminação dos cupins. O impacto da umidade do solo sobre o consumo e a localização de cupins subterrâneos depende da espécie, pois há diferenças significativas no padrão de movimento, consumo e mortalidade sob condições de laboratório (GREEN et al., 2005).

Segundo HOUSEMAN & GOLD (2003), a atividade de tunelamento é fortemente influenciada pelos fatores ambientais como a textura do solo e a umidade disponível no solo, pois para o cupim subterrâneo *R. flavipes*, a taxa de tunelamento aumenta em solos arenosos e úmidos. Dados semelhantes foram encontrados por EVANS (2003) para o cupim subterrâneo *Coptotermes frenchi* Hill, porém o autor verificou que o tunelamento aumenta até cinco vezes após a elevação da umidade no solo. A atividade de construir túneis é aumentada com a elevação da temperatura e da umidade do solo para os cupins subterrâneos *C. gestroi* e *H. tenuis*. Porém, o padrão de tunelamento pode ser afetado pelo tipo de substrato e independe da presença de alimento para *C. gestroi* (ARAB & COSTA-LEONARDO, 2005). A localização dos cupins está relacionada ao grau de umidade do solo, sendo maior à medida que a umidade do solo aumenta, bem como, o padrão alimentar está

relacionada à espécie (GREEN et al., 2005). Para os cupins subterrâneos *Coptotermes formosanus* (Shiraki) e *R. flavipes*, o tunelamento também é mais significativo com altos níveis de umidade do solo (SU & PUCHE, 2003). Quanto à orientação na busca de alimento, teste realizado por SOUTO et al. (1999) com o cupim da espécie *Constrictotermes cyphergaster* (Silvestri) demonstrou que não há um padrão na busca de alimento e o cupim não segue uma direção, ou seja, é aleatório.

O padrão de precipitação pluviométrica, umidade do solo e temperatura influenciam de acordo com a estação do ano, o forrageamento de cupins. Na Austrália, ABENSPERG-TRAUN (1991) averiguou que há maior riqueza de espécies de cupins subterrâneos no outono e na primavera, devido principalmente a uma favorável umidade do solo. Porém, no verão é maior a abundância de espécies que toleram a baixa umidade do solo. SRIVASTAVA & SINGH (2004 b), observaram que em plantações de manga na Índia, a infestação é maior no inverno do que no verão, sendo determinada pela temperatura e umidade do solo. Por outro lado, cupins subterrâneos do gênero *Odontotermes* também na Índia, foram registrados forrageando em todas as estações do ano em plantações de cana-de-açúcar, devido a sua alta adaptabilidade as variações climáticas SRIVASTAVA & SINGH (2004 c).

Segundo REDDY et al. (1992) na Índia, os danos causados por cupins aumentam após a estação das chuvas, indo até o final do verão. No deserto do Oriente Médio, os cupins consomem mais alimento no verão do que no inverno, com maior consumo no mês de setembro. Porém, a contribuição dos cupins para remoção de restos da vegetação do deserto é menor do que de outras faunas do solo (AL-HOUTY, 1999). Por outro lado, MANDO & BRUSSAARD (1999) afirmam que a atividade de cupins sobre a quebra de materiais orgânicos pode chegar a 70%. A população de cupim também está significativamente relacionada com a estação seca e chuvosa na Arábia Saudita (Oriente Médio), quando a atividade de cupins aumenta significativamente após a estação das águas (FARAGALLA & AL-GHAMDI, 1999). Segundo AL-HEMYARI (1994), a precipitação é o principal fator físico a afetar a atividade de forrageamento de cupins no Oriente Médio.

Na caatinga brasileira, a atividade de forrageamento de *Heterotermes* é alta sobre iscas de papelão durante os meses da estação seca e das águas (MARTIUS et al., 1999). Segundo BRITO (2004), no inverno em área rural do Rio de Janeiro, principalmente no período de junho a julho, há ausência total do forrageamento de *C. gestroi* e isso se deve aos diversos fatores abióticos, com maior influência da umidade. No caso de *Heterotermes tenuis*, na época seca o forrageamento é reduzido nas proximidades da superfície do solo (ALMEIDA & ALVES, 1999). Para o cupim do gênero *Reticulitermes*, em Portugal, as iscas são mais atacadas no outono e inverno, quando aumenta a queda das folhas e a temperatura declina (NOBRE et al., 2004). No Egito, é maior a atividade de forrageamento de cupins no inverno e no outono, porém no verão é maior a translocação de solo (EL-SEBAY, 1993). Na África, o gênero *Macrotermes* tem atividade de forrageamento na estação das águas e no início da estação seca e fria (KOMANDA et al., 1990). Na região semi-árida da África, não há um pico do forrageamento em nenhuma estação do ano (SCHUURMAN, 2006). Nos Estados Unidos, a atividade de forrageamento do cupim subterrâneo *C. formosanus*, aumenta durante o verão e diminui no inverno (MESSENGER & SU, 2005). Na Ásia, a variação da precipitação influenciou a atividade de forrageamento do cupim subterrâneo *C. curvignathus*, que foi mais ativo no solo com alta umidade (SAJAP, 1999). Já para os cupins com atividade de forrageamento no deserto Chihuahuan nos Estados Unidos, o consumo de iscas foi altamente correlacionado com a precipitação do inverno e da primavera (NASH et al., 1999).

### 1.2.3 Cupins-pragas

Um grande número de espécies de cupins não são consideradas pragas e são de grande benefício para o ambiente como eficientes decompositores de matéria orgânica (VARMA & SWARAN, 2007). Porém, algumas espécies são consideradas pragas. No Brasil as espécies *C.*

*gestroi*, exótica e *H. tenuis*, nativa, são as principais. O cupim *C. gestroi* apresenta maior território de forrageamento e maiores populações do que *H. tenuis*. A atividade de forrageamento depende da temperatura mínima, sendo que há estratégias de compensação para o forrageamento sob diferentes condições ambientais (ARAB et al., 2005). Segundo CAMARGO-DIETRICH & COSTA-LEONARDO (2003) e COSTA-LEONARDO & CAMARGO-DIETRICH (1999), *H. tenuis* tem área de forrageamento estimada em 175,5 m<sup>2</sup> e forrageia a uma distância máxima de 36 m, enquanto que *C. gestroi* tem uma área de forrageamento estimada de 972 m<sup>2</sup> e forrageia a uma distância máxima de 33 m. Geralmente esta última apresenta também um comportamento de reinfestação após ser eliminada de seus territórios por tratamento químico (MESSENGER et al., 2005). Porém ALMEIDA & ALVES (1999), concluíram que a área de forrageamento do cupim *H. tenuis* pode variar de 3 a 1250 m<sup>2</sup>.

Cupins são considerados praga de madeira estrutural, da agricultura e de florestas como a Amazônia brasileira. As espécies causadoras dos maiores estragos são dos gêneros *Nasutitermes*, *Coptotermes* e *Cryptotermes*, em madeira estrutural de edificações e *Coptotermes* em plantas vivas, tanto nos cultivos agrícolas quanto em florestas nativas (BANDEIRA, 1998).

Além da grande população e eventual maior agressividade de algumas espécies da fauna local, o problema é agravado pelo tipo de solo (arenoso e/ou pobre em matéria orgânica e pouco profundo), clima (estação seca e quente, prolongada e bem definida) e condições de cultivo (encostas de morro, com práticas de cultivo químico e mínimo, e impossibilidade de trabalho mecânico do solo). As principais pragas são espécies de *Amitermes*, *Cylindrotermes* e *Nasutitermes*, embora espécies de *Heterotermes* e *Neocapritermes* também causem danos em algumas áreas (NOVARETTI & FONTES, 1998).

Portanto, cupins são uma das mais importantes pragas agrícolas e urbanas, principalmente pela sua dificuldade de controle, uma vez, que são insetos subterrâneos (ZANETTI et al., 2002). VASCONCELOS et al. (2003), concluíram que em imóveis das áreas urbanas, cupins dos gêneros: *Cryptotermes*, *Nasutitermes* e *Coptotermes*, têm preferência pela madeira seca e um comportamento invasor de estruturas economicamente importantes. Verificaram também que a proliferação da espécie *C. gestroi* ocorre de forma rápida em cerca de 80 % dos imóveis vistoriados. Quanto aos mecanismos de adaptação ao meio, observaram que estes migravam por caminhos inesperados em busca de alimento, sendo o gênero *Nasutitermes* o mais freqüente durante todo o período estudado.

#### **1.2.4 O uso de iscas como atrativos para cupins subterrâneos.**

O uso de iscas tem demonstrado ser muito benéfico quando usadas como parte de um manejo integrado de pragas e não como uma resposta completa no manejo de cupins (PETERS & FITZGERALD, 1998). Estacas de *Pinus* são usadas em estações de monitoramento, aumentando o sucesso do controle, bem como no auxílio à localização de colônias, aliado ao conhecimento da biologia e ao comportamento de forrageamento (HENDERSON et al., 1997). Iscas são consideradas por LEWIS et al. (1998), como monitores robustos da atividade de forrageamento, além de definir a flutuação populacional.

Segundo GHAYOURFAR (2005), iscas usadas como armadilhas permitem estimar o número de colônias de cupins subterrâneos, a área de forrageamento e as espécies predominantes nas áreas de estudo. SU et al. (1998), obtiveram sucesso com o uso de iscas contendo reguladores de crescimento (hexaflumuron) na eliminação de focos do cupim subterrâneo do gênero *Reticulitermes*. Assim, um programa de iscas requer consideravelmente menos inseticida, pois as iscas são usadas somente quando e onde são necessárias e porque os próprios cupins disseminam o produto a todas as castas da colônia. ALMEIDA & ALVES (1999), concluíram que cupins carregam parte da isca contaminada com inseticida ou fungo para dentro do ninho. Com isso, transmitem os agentes para outros indivíduos até a eliminação da colônia ou parte da mesma. O aumento de exposição das iscas no campo aumenta o número de espécies e a freqüência de ataque,

diminuindo de acordo com a estação do ano na ordem transacional (primavera/outono (úmida-seca). Há mudança na dominância da espécie também de acordo com a estação do ano (DAWES-GROMADZKI & SPAIN, 2003).

Segundo PERALTA et al. (2003), PERALTA et al. (2004) e SOUZA (2008), a madeira que os cupins subterrâneos *Heterotermes longiceps* (Snyder), *C. gestroi*, e *Nasutitermes jaraguae* (Holmgren) preferem a campo é o *Pinus* sp e quando há presença de fungos Basidiomicetos nestas estacas, as mesmas não são atacadas. Quanto ao consumo de madeiras tratadas com imersão em água por tempos diferentes, há uma tendência das madeiras macias serem mais consumidas por cupins subterrâneos do que as madeiras duras. Bem como, SOUZA (2008) verificou que as madeiras com valores de densidade baixa e leve, como o *Pinus* sp, e intermediários a moderadamente pesadas são mais susceptíveis ao ataque do cupim subterrâneo *C. gestroi*. Segundo WANG et al. (2003), o ataque às estacas de *Pinus sp* aumenta após a instalação do experimento. Por outro lado, quando comparados os métodos de coleta de cupins, manual e com iscas, percebe-se que a amostragem de cupins por meio de iscas artificiais, constituiu-se numa técnica adequada para estudos que envolvam subgrupos funcionais de cupins. A coleta manual se adequou melhor a levantamentos, dado o maior número de espécies coletadas (ASSUNÇÃO, 2002).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

O experimento foi instalado no arboreto do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro – JBRJ no período de novembro de 2006 a outubro de 2007. O JBRJ está ligado fisicamente à floresta da Tijuca, compreendido entre as coordenadas 22°57'30'' e 22°58'40'' de Latitude Sul e 43°13'07'' e 43°13'45'' de Longitude W. Possui uma área de cerca de 140 ha., dos quais 38 são utilizados para o cultivo de espécies vegetais em arboreto e estufas. Tem altitude de 5 m, temperatura média anual de 24°C e precipitação total anual de 1400 mm. Estas características climáticas permitem afirmar que a região está sob influência de clima pouco sazonal, onde a vegetação não sofre restrição hídrica pela inexistência de uma estação seca bem definida. No período de estudo foram estabelecidas duas estações climáticas: uma mais chuvosa e quente, que vai de outubro a abril, e outra menos chuvosa e fria, de maio a setembro (SILVA & GOBATTO, 2007).

O experimento foi instalado simultaneamente em três áreas distintas, sendo que cada uma foi analisada separadamente, por se tratarem de ambientes diferentes e distantes entre si. Em cada área foi selecionada uma árvore infestada por cupim subterrâneo identificado em levantamento prévio. As áreas (Figura 1) avaliadas foram nomeadas e caracterizadas da seguinte forma:

**2.1.1 Área cerrado-JB** – está localizada na seção 37 do arboreto do JBRJ. A área foi delimitada em um canteiro que possui espécies vegetais e solo, originários do bioma cerrado, trazidos do estado de Minas Gerais para o arboreto do JBRJ na década de 50 (século XX). Atualmente a área possui cobertura de gramíneas, sombreamento parcial, proximidade a fonte de água e pouca movimentação de pessoas. O experimento foi instalado ao redor de uma árvore adulta da família Aquifoliaceae infestada pelo cupim subterrâneo da espécie *Coptotermes gestroi*.

**2.1.2 Área gramado-JB** - esta localizada na seção 30 do arboreto do JBRJ. Esta área foi delimitada em um canteiro formado por um amplo gramado com árvores esparsas. Recebe incidência direta de raios solares na maior parte do dia. Tem pouca movimentação de pessoas e proximidade a fonte de água. O experimento foi instalado ao redor de uma árvore adulta da família Euphorbiaceae infestada pelo cupim subterrâneo *C. gestroi*.

**2.1.3 Área mata-JB:** está localizada próxima à seção 39 do arboreto do JBRJ. Foi instalada dentro de uma centenária floresta secundária da Mata Atlântica, formada por diversas espécies vegetais, bastante adensadas. Recebe pouca luminosidade e está em terreno acidentado. Possui também presença de troncos, serrapilheira e materiais orgânicos em decomposição sobre o solo, bem como, a presença de fonte de água nas proximidades e ausência de movimentação de pessoas. O experimento foi instalado ao redor de uma árvore adulta da família Sapindaceae infestada pelo cupim subterrâneo *Heterotermes longiceps*.



**Figura 1** – Mapa do arboreto do Jardim Botânico do Rio de Janeiro e a localização das áreas delimitadas para o estudo: cerrado-JB, gramado-JB e mata-JB.

## 2.2 Preparo das Iscas

Foram utilizadas como iscas atrativas para os cupins subterrâneos, estacas de *Pinus sp* enterradas no solo. Primeiramente as estacas receberam três tratamentos relativos ao tempo de imersão em água destilada: 0, 24 ou 48 horas. As estacas mediam 2 x 2 x 30 cm, sendo que os 5 cm do topo, que ficaram acima do solo, foram pintados, visando identificação de seu respectivo tempo de imersão, sendo: sem pintura = zero hora (testemunha), cor branca = 24 horas de imersão em água destilada e cor vermelha = 48 horas de imersão em água destilada. Os 5 cm da base foram talhados em forma de ponteira, para facilitar a penetração da estaca no solo.

Após secarem naturalmente por 24 horas, as estacas foram enterradas no solo, à profundidade de 25 cm. Para isso, foram instalados seis blocos com três parcelas cada, uma parcela para cada tempo de imersão em água destilada e uma repetição por tratamento (parcela), totalizando 18 estacas, ao redor da árvore identificada pela presença de cupim subterrâneo (figura 2). Os blocos foram instalados afastados 2 m do tronco da árvore e 1 m entre si. A distância entre as parcelas foi de 20 cm em cada bloco. A cada 30 dias ao longo de 12 meses as estacas eram coletadas e substituídas por outras com o mesmo tempo de imersão em água destilada. As estacas coletadas eram classificadas por notas (tabela 1) por um único avaliador ao longo de todo tempo do experimento. Todas as coletas foram realizadas no período da manhã e sempre ao final de cada mês do estudo.



**Figura 2** – Disposição dos blocos ao redor de árvore com infestação de cupim subterrâneo.

**Tabela 1:** Descrição de notas para ataque por cupins subterrâneos a estacas de *Pinus sp*

Nota	Descrição
1	Isca sem sinal de ataque e nem presença de cupim;
2	Isca com ataque superficial sem a presença de cupins;
3	Isca com ataque superficial e com a presença de cupins;
4	Isca com ataque e formação de galerias;
5	Isca com ataque, formação de galerias e diminuição do tamanho da estaca.

## 2.4 Monitoramentos das Variáveis Ambientais

Dentro de cada ambiente foram monitoradas ao longo de 12 meses as variáveis ambientais: temperatura do solo (manhã e tarde), luminosidade (manhã e tarde), umidade do solo, temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica. No início do experimento foi realizada análise química do solo para determinação do teor de C orgânico e pH de cada área do estudo. A temperatura do solo foi medida a 10 cm de profundidade com auxílio de termômetro de solo digital (marca Digital – Thermometer), medidos a cada sete dias. A luminosidade sobre os blocos foi medida com auxílio de um luxímetro digital, marca Instrutherm LD-240, medidos a cada sete dias. Para medir a umidade do solo, este era colhido à profundidade de 0-30 cm, em cada área, logo após término da coleta mensal das estacas. Em seguida era pesado e então levado à estufa de circulação de ar a 105°C por 24 horas e, posteriormente, pesado novamente. Para cálculo do percentual da umidade do solo foi utilizado o Método Padrão de Estufa<sup>1</sup>. Os dados referentes a temperaturas máximas e mínimas, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica foram coletados diariamente na estação meteorológica instalada no arboreto do JBRJ. Para determinação do pH e C orgânico do solo, uma amostra de solo foi colhida dos blocos de cada área à profundidade de 0-30 cm. A média geral mensal de cada variável ambiental monitorada foi empregada na organização dos gráficos.

## 2.5 Análise dos Dados

O delineamento utilizado foi o em blocos ao acaso em um esquema fatorial 3 x 3 x 12 (tempos de imersão em água destilada x áreas x meses) totalizando 108 tratamentos.

Os dados foram transformados para  $\sqrt{x}$ . A análise estatística utilizada foi a ANOVA seguido da comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (STEEL & TORRIE, 1980). Para a análise dos dados foi utilizado o programa estatístico Sisvar versão 5.0 - 2003.

Para analisar a relação entre as variáveis ambientais e o ataque às estacas pelos cupins monitorados ao longo de 12 meses, utilizou-se o teste de correlação linear de Pearson a 5% de probabilidade.

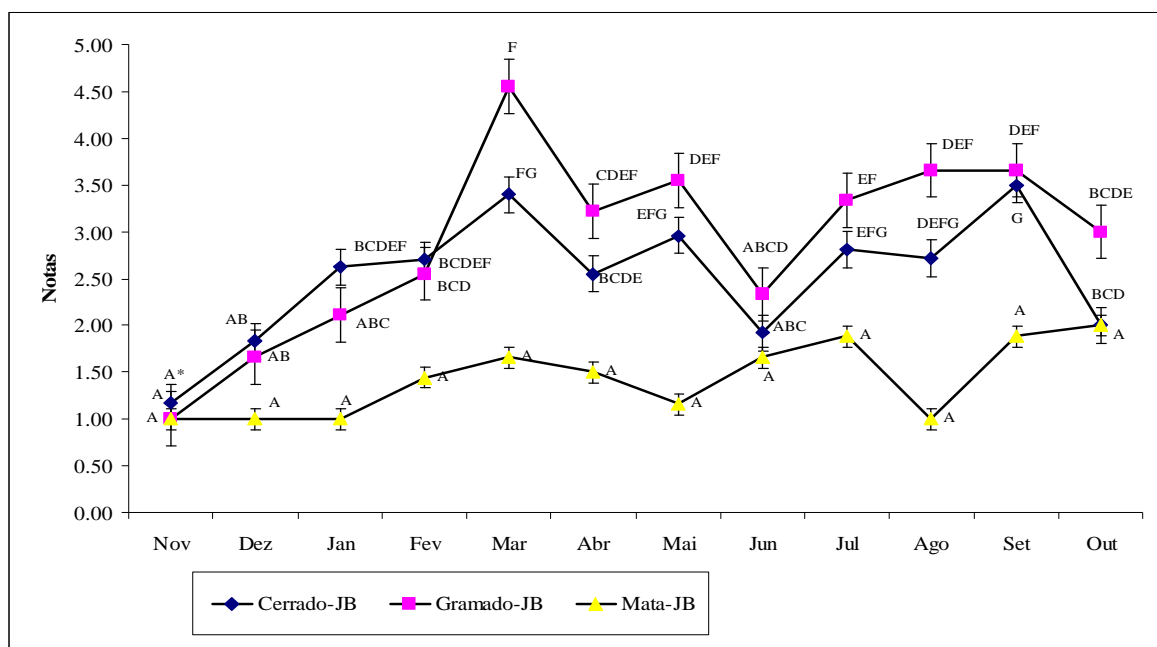
$$\%Um = \frac{M1 - M2}{M2 - M3} \times 100$$

Nota 1: Método Padrão de Estufa =

\* M1: Peso do solo+água; M2: Peso do solo seco; M3: Peso da lata de amostragem

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ataque às iscas de *Pinus* sp ocorreu ao longo de todo o tempo de duração do experimento (Figura 3), comprovando sua eficiência atrativa para cupins, já mencionada por HENDERSON et al. (1997); PETERS & FITZGERALD (1998); LEWIS et al. (1998); SU et al. (1998); ALMEIDA & ALVES (1999); DAWES-GROMADZKI & SPAIN (2003); GHAYOURFAR (2005). As estacas foram atacadas somente pelas espécies que foram previamente identificadas nas áreas antes da instalação do experimento. Segundo DAWES-GROMADZKI & SPAIN (2003) o aumento do tempo da exposição das iscas a campo aumenta o número de espécies atraídas, a frequência de ataque e também uma possível mudança na dominância da espécie, de acordo com a estação do ano. Esses fatos não foram verificados, com exceção do aumento da frequência de ataque. Isso pode ser explicado porque as estacas foram enterradas a apenas 2 m de distância do tronco da árvore infestada e isso provavelmente dificultou o aparecimento de outras espécies e manteve a dominância da espécie correspondente a área.



**Figura 3:** Ataque dos cupins *C. gestroi* (gramado-JB e cerrado-JB) e *H. longiceps* (mata-JB) às iscas de *Pinus* sp em relação a interação entre as três áreas estudadas e os meses de coletas.

Notas: 1- Isca sem sinal de ataque e nem presença de cupim; 2- Isca com ataque superficial sem a presença de cupins; 3- Isca com ataque superficial e com a presença de cupins; 4- Isca com ataque e formação de galerias; 5- Isca com ataque, formação de galerias e diminuição do tamanho da estaca. \* Médias das notas. Letras diferentes nas linhas com mesmo marcador indicam médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

A análise de variância demonstrou haver diferença significativa do ataque dos cupins às estacas de *Pinus* sp entre os blocos e não haver diferença significativa para o fator tempo de imersão das estacas em água destilada usados para o experimento implantado nas áreas (cerrado-JB, gramado-JB e mata-JB) do JBRJ (anexos). PERALTA et al. (2003) e PERALTA et al. (2004) relatam que das madeiras que testaram a campo o *Pinus* sp é a que os cupins subterrâneos preferem. Entretanto os dados encontrados nesse experimento diferem da afirmação feita por PERALTA et al.

(2004) de que é maior o consumo das estacas de madeiras tratadas com imersão em água destilada por 48 horas do que as madeiras com os tempos de imersão em água destilada por 0, 24 ou 72 horas.

A análise estatística demonstrou haver diferença altamente significativa do ataque de cupins às estacas entre as áreas do experimento (Tabela 2 e anexos). O ataque de cupins das espécies *C. gestroi* nas áreas cerrado-JB e gramado-JB foram severos, seguidos pelo ataque da espécie *H. longiceps* na área mata-JB. Este fato parece não estar relacionado às características do solo como pH e C orgânico. De acordo com a análise do solo, o pH das áreas cerrado-JB e mata-JB foram 4,2 e da área gramado-JB foi igual a 5,1, considerados por KIEHL (1979) como acidez elevada e acidez média, respectivamente. Portanto, o pH ácido parece ser propício para a atividade de forrageamento das duas espécies de cupins subterrâneos monitoradas. O nível de acidez foi semelhante ao encontrado por ACKERMAN et al. (2007) na floresta secundária da Amazônia central brasileira, onde os montículos de cupins e o solo próximo ao montículo apresentaram acidez elevada no montículo, pH 4,3 e no solo próximo ao montículo, pH 4,4. Segundo BRANDÃO (1991), o pH pode não se correlacionar positivamente com as espécies de cupins.

No solo da mata-JB foi registrado a concentração de 9,9 g kg<sup>-1</sup> de C orgânico disponível, próximo aos 12,6 e 12,1 g kg<sup>-1</sup> registrados no cerrado-JB e gramado-JB, respectivamente. Os ataques nas áreas cerrado-JB e gramado-JB foram significativamente maiores do que na área mata-JB (Tabela 2), demonstrando que a menor disponibilidade de C orgânico no solo parece não influenciar a atividade de ataque às estacas de *Pinus* sp. Os valores encontrados foram bastante aquém dos encontrados por AMELUNG et al. (1998) na região amazônica, onde a análise do exterior e interior de ninhos de cupins arborícolas e subterrâneos, bem como do solo adjacente aos ninhos, mostrou que o conteúdo de C orgânico variaram entre 100 e 500 g kg<sup>-1</sup> nos ninhos, em comparação com 17 a 42 g kg<sup>-1</sup> no solo adjacente.

**Tabela 2** - Ataque dos cupins *C. gestroi* (gramado-JB e cerrado-JB) e *H. longiceps* (mata-JB) às iscas de *Pinus* sp nas três áreas estudadas ao longo de 12 meses de coletas.

Fator Meses	Médias notas*				
Setembro 2007	3,50	A			
Março 2007	3,40	A			
Mai 2007	2,96	A	B		
Julho 2007	2,81	A	B	C	
Fevereiro 2007	2,72	A	B	C	
Agosto 2007	2,70	A	B	C	
Abril 2007	2,62		B	C	D
Janeiro 2007	2,55		B	C	D
Junho 2007	2,00			C	D
Outubro 2007	1,92			C	D
Dezembro 2006	1,83				D E
Novembro 2006	1,18				E
<hr/>					
Fator Áreas					
Cerrado-JB	1,69	A			
Gramado-JB	1,63	A			
Mata-JB	1,16		B		
Média geral	2,52				
CV (%)	49,85				

\*Médias seguidas de letras diferentes diferem pelo Teste de Tukey a 5%. Dados originais.

Conforme a Tabela 3, houve correlação negativa significativa da umidade relativa do ar em relação ao ataque às estacas de *Pinus* sp pelos cupins *C. gestroi* e *H. longiceps* nas três áreas do estudo. O ataque diminuiu quando a umidade relativa do ar aumentou. Porém, houve correlação negativa significativa entre a umidade do solo e o ataque de *C. gestroi* e correlação positiva significativa para o ataque de *H. longiceps*, demonstrando que níveis altos de umidade do solo são mais requeridos para *H. longiceps* do que para *C. gestroi*.

**Tabela 3** - Correlações entre as variáveis ambientais e as médias de ataque às estacas de *Pinus* sp pelos cupins subterrâneos *C. gestroi* e *H. longiceps* nas áreas: cerrado-JB, gramado-JB e mata-JB ao longo de 12 meses no arboreto do Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

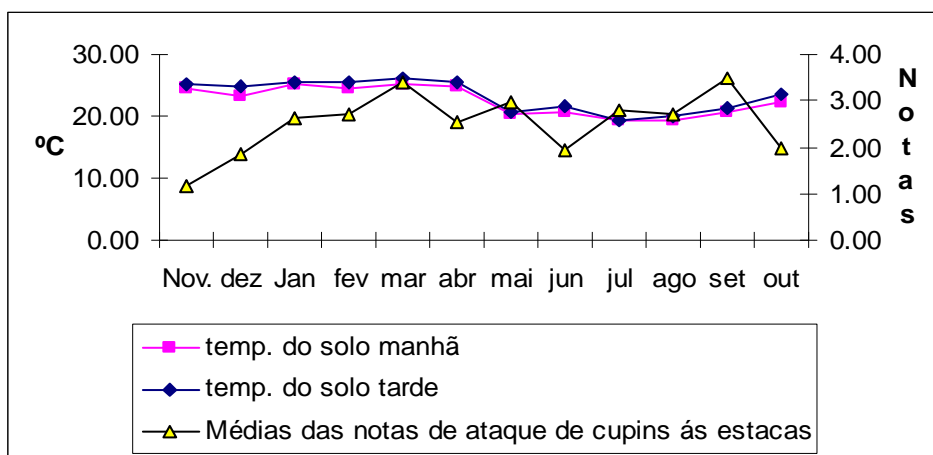
Variáveis Ambientais	Variáveis Ambientais x Ataque às Estacas		
	Cerrado-JB ( <i>C. gestroi</i> )	Gramado-JB ( <i>C. gestroi</i> )	Mata-JB ( <i>H. longiceps</i> )
Luminosidade – manhã	0,22 <sup>NS</sup>	0,27 <sup>NS</sup>	0,18 <sup>NS</sup>
Luminosidade – tarde	0,40 <sup>NS</sup>	0,36 <sup>NS</sup>	-0,01 <sup>NS</sup>
Temperatura do solo – manhã	-0,19 <sup>NS</sup>	-0,34 <sup>NS</sup>	-0,22 <sup>NS</sup>
Temperatura do solo – tarde	-0,24 <sup>NS</sup>	-0,29 <sup>NS</sup>	-0,16 <sup>NS</sup>
Temperatura relativa do ar - mínima	0,23 <sup>NS</sup>	0,31 <sup>NS</sup>	-0,01 <sup>NS</sup>
Temperatura relativa do ar - máxima	0,07 <sup>NS</sup>	-0,13 <sup>NS</sup>	-0,38 <sup>NS</sup>
Precipitação pluviométrica	-0,50*	-0,47 <sup>NS</sup>	-0,29 <sup>NS</sup>
Umidade do solo	-0,45 <sup>NS</sup>	-0,52*	0,59*
Umidade relativa do ar	-0,52*	-0,66*	-0,72*

Significativo e <sup>NS</sup> Não-significativo a nível de 5% de probabilidade.

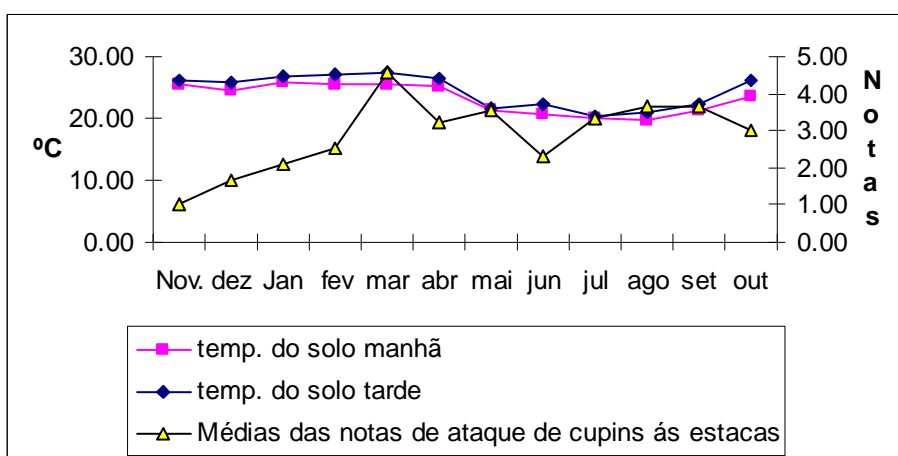
Quanto ao fator mês a análise estatística demonstrou diferenças altamente significativas, com destaque para os meses de março e setembro (Tabela 2 e Anexos). Também houve pela análise estatística interação altamente significativa entre os fatores áreas e meses. Após a análise de desdobramento (Figura 3), verificou-se claramente a partir de dezembro que as colônias de *C. gestroi* desenvolveram rapidamente a sua atividade de forrageamento nas áreas cerrado-JB e gramado-JB. Em contraste, a colônia de *H. longiceps* na área mata-JB, atrasou sua atividade de forrageamento iniciada apenas em fevereiro. Esse fato pode ser explicado pelo fato de que *C. gestroi* ser uma espécie exótica originária da Ásia que apresenta populações bastante numerosas e vorazes ao contrário de *H. longiceps* espécie nativa com população pouco numerosa e menos voraz. Também foram observados maiores picos de ataque às estacas no verão e na primavera do que no outono e no inverno pelas colônias de *C. gestroi*. Segundo UMEH & IVBIJARO (1997); EVANS & GLEESON (2001) e MESSENGER & SU (2005), há um padrão de ataque pelos cupins subterrâneos, que é maior no verão e menor no inverno. A colônia de *H. longiceps* não seguiu esse padrão e tendeu a maiores picos de ataques às estacas de *Pinus* sp na primavera, verão e inverno do que no outono. A infestação tendeu a ser maior na primavera quando atingiu o pico de ataque concordando com MARTIUS et al. (1999), que constataram que a atividade de forrageamento de *Heterotermes* foi alta durante os meses da estação seca e das águas. SRIVASTAVA & SINGH (2004 b) observaram que em plantações de manga na Índia, a infestação é maior no inverno do que no verão, sendo determinada pela temperatura do solo e a umidade do solo, embora a temperatura do solo pareça ter influenciado fracamente a atividade de ataque da colônia de *H. longiceps* (Figura 6). Não ocorreu paralisação da atividade dos cupins em nenhum mês do estudo (figura 3). Este fato é explicado por SRIVASTAVA & SINGH (2004 c), que concluíram que cupins subterrâneos

forrageiam em todas as estações do ano devido a sua alta adaptabilidade às variações climáticas. BRITO (2004), afirmou que no período de junho a julho, há ausência total do forrageamento de *C. gestroi* em área rural do Rio de Janeiro. No entanto, o Jardim Botânico do Rio de Janeiro está em área urbana e as estacas foram enterradas próximas de árvores infestadas por cupins subterrâneos motivo pelo qual não houve ausência de forrageamento em nenhum mês do ano.

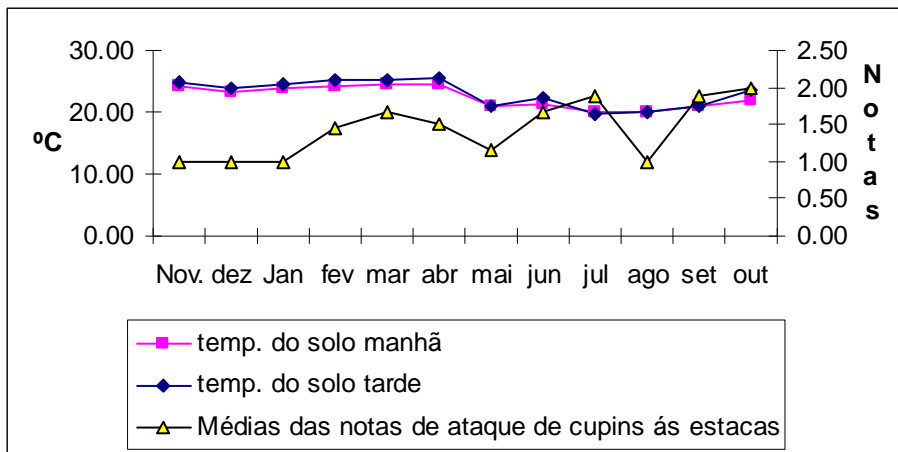
A relação entre o ataque dos cupins subterrâneos às estacas de *Pinus* sp e as variáveis ambientais, parece ter variado de acordo com a espécie, pois para as colônias de *C. gestroi* das áreas cerrado-JB e gramado-JB, o ataque aumentou gradativamente a partir do início do experimento até o mês de março (Figura 3), enquanto que para a colônia de *H. longiceps*, o ataque só intensificou a partir de janeiro e fevereiro. As temperaturas do solo não se correlacionaram significativamente com o ataque às estacas (Tabela 3), mas se mantiveram constantes entre novembro e abril (Figuras 4 a 6). Posteriormente houve um leve declínio, que se manteve constante até outubro. Porém as flutuações de ataque às estacas parecem ter sido pouco influenciadas por este fator, tanto para as colônias de *C. gestroi* quanto para *H. longiceps*. Este fato não concorda com FEI & HENDERSON (2004), que constataram que a temperatura do solo afeta significativamente a atividade de forrageamento de cupins subterrâneos de acordo com a época do ano.



**Figura 4** - Comparação das médias da temperatura do solo (manhã e tarde) e do ataque pelo cupim subterrâneo *C. gestroi* às iscas de *Pinus* sp na área cerrado-JB do JBRJ de novembro de 2006 a outubro de 2007.



**Figura 5** - Comparação das médias da temperatura do solo (manhã e tarde) e ataque pelo cupim subterrâneo *C. gestroi* às iscas de *Pinus* sp na área gramado-JB do JBRJ de novembro de 2006 a outubro de 2007.

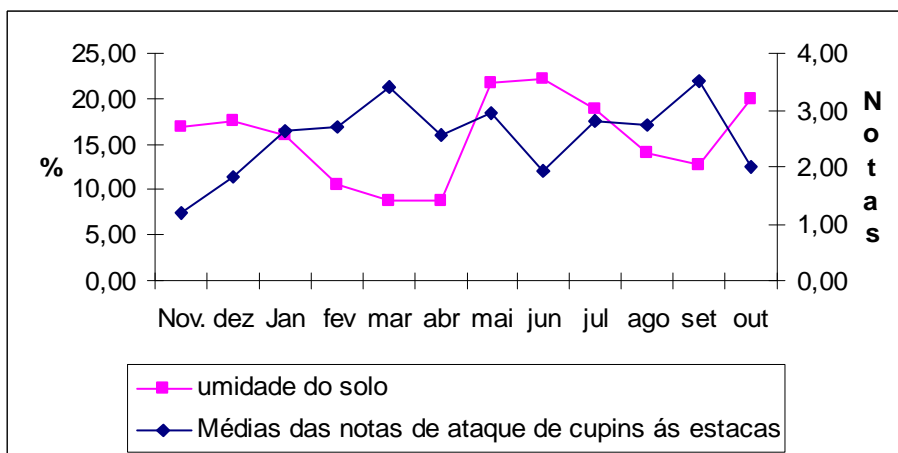


**Figura 6** - Comparação entre as médias da temperatura do solo (manhã e tarde) e ataque pelo cupim subterrâneo *H. longiceps* as iscas de *Pinus* sp na área mata-JB do JBRJ de novembro de 2006 a outubro de 2007.

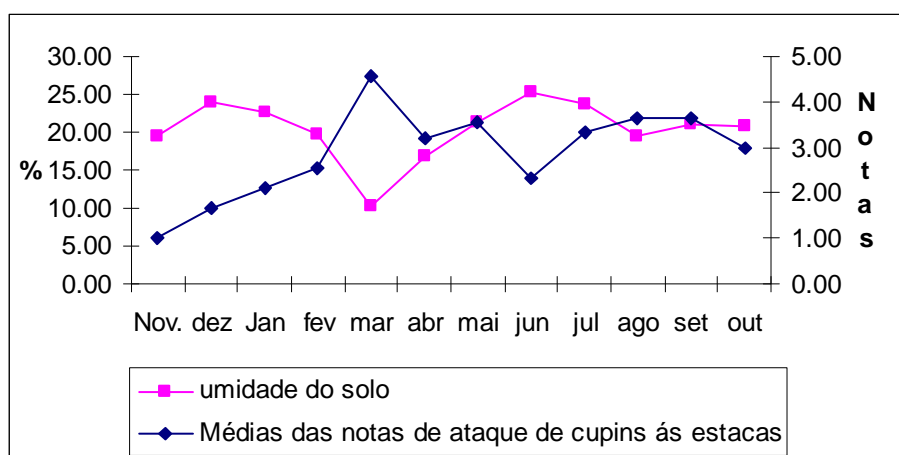
Um aumento expressivo do ataque às estacas pelas colônias de *C. gestroi* foi observado quando o percentual da umidade do solo decresceu (Figuras 7 e 8), correlacionando-se negativamente na área gramado-JB (Tabela 3), sendo maior quando a umidade chegou a 8,74 % na área cerrado-JB e 10,23 na área gramado-JB, portanto, nos períodos em que a umidade do solo foi mais baixa. O aumento ou diminuição do ataque de *C. gestroi* flutuou inversamente em relação à umidade do solo, concordando com SRIVASTAVA & SINGH (2004 a) ao constatarem em plantações de cana-de-açúcar na Índia, que a infestação de cupins é inversamente relacionada ao aumento ou ao declínio da umidade do solo.

Na colônia de *H. longiceps* o ataque flutuou diretamente com o aumento ou a redução do percentual da umidade do solo (Figura 9), numa correlação positiva significativa (Tabela 3). O pico de ataque dessa espécie foi em outubro quando a umidade do solo também foi mais elevada (32,77%).

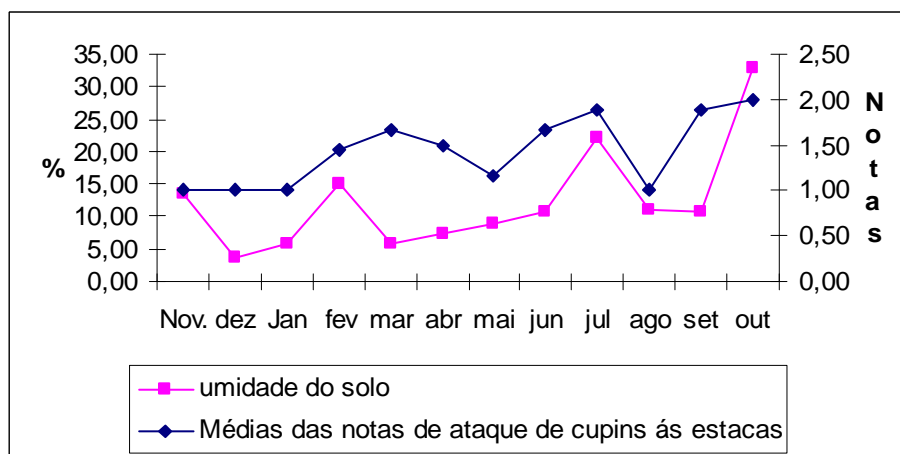
Os dados encontrados para as duas espécies de cupins do estudo, concordam com ISMANTO & SUMARNI (1992), quando afirmam que o teor de umidade do solo tem efeito sobre a distribuição de cupins subterrâneos. Porém, não concordam quando estes autores afirmam que a temperatura do solo tem efeito significativo sobre a distribuição de cupins subterrâneos, pois não foi verificada a influência deste fator sobre as colônias de cupins subterrâneos do estudo, nas condições do arboreto do JBRJ (Tabela 3).



**Figura7**– Comparação entre as médias da umidade do solo e ataque pelo cupim subterrâneo *C. gestroi* as iscas de *Pinus* sp na área cerrado-JB do JBRJ de novembro de 2006 a outubro de 2007.

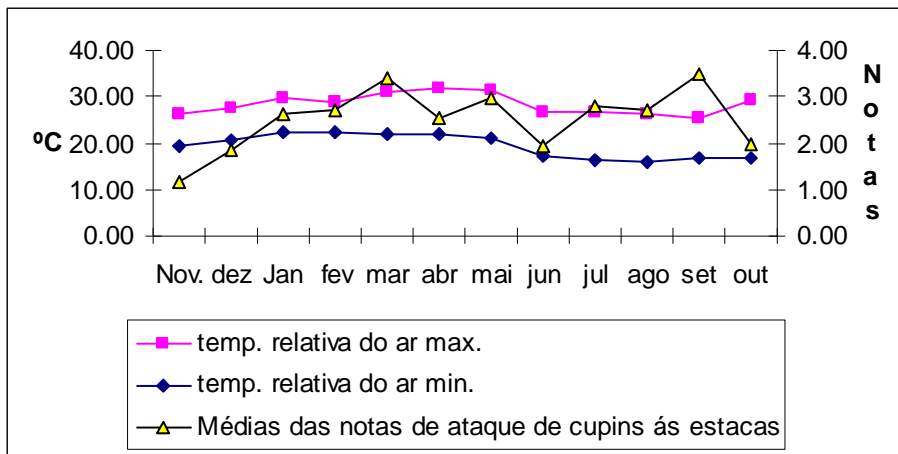


**Figura 8** – Comparação entre as médias da umidade do solo e ataque pelo cupim subterrâneo *C. gestroi* as iscas de *Pinus* sp na área gramado-JB do JBRJ de novembro de 2006 a outubro de 2007.

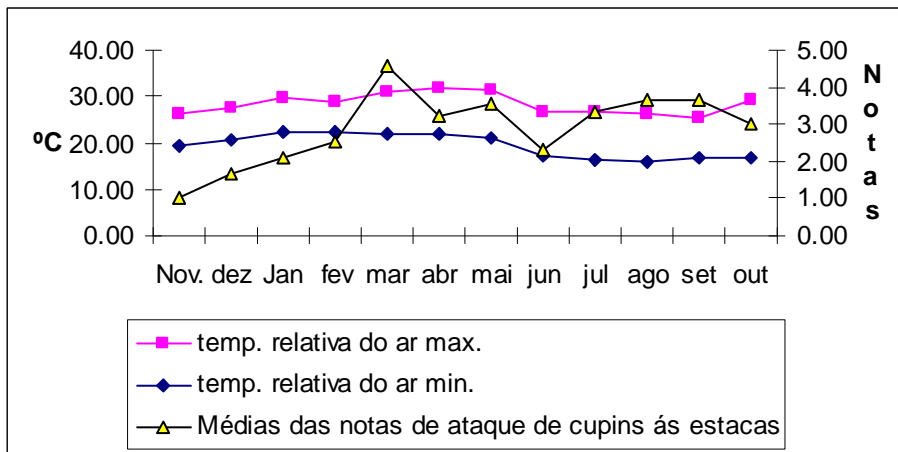


**Figura 9** – Comparação entre as médias da umidade do solo e ataque pelo cupim subterrâneo *H. longiceps* as iscas de *Pinus* sp na área mata-JB do JBRJ de novembro de 2006 a outubro de 2007.

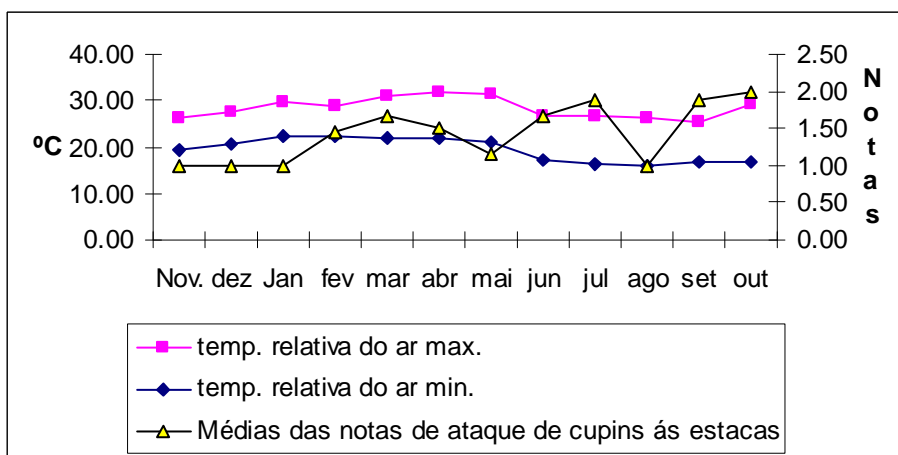
A temperatura relativa do ar parece ter acompanhado o aumento do ataque a partir do mês março, quando alcançou máxima de 31,10°C e mínima de 22,10°C, nas três áreas (Figuras 10 a 12), porém a correlação não foi significativa (Tabela 3). BA-ANGOOD & EL-DAHEYA (2001) verificaram em colônias de cupins arborícolas no Oriente Médio, que o número de indivíduos encontrados em iscas foi máximo quando a temperatura média variou de 31 a 35 °C (março, abril e junho) e mínimo quando a temperatura média variou de 29 a 33 °C (novembro, dezembro e janeiro). No presente experimento, ocorreu redução do ataque quando as temperaturas mínimas chegaram a 17,40°C no mês de junho para as colônias de *C. gestroi* e de 15,88°C no mês de agosto para a colônia de *H. longiceps*. Esses dados concordam com STRACK & MYLES (1997), que afirmaram que se ocorrer variação da temperatura há variação da atividade de forrageamento de cupins.



**Figura 10** – Comparação entre as médias da temperatura relativa do ar (máxima (max.) e mínima (min.) e ataque pelo cupim subterrâneo *C. gestroi* as iscas de *Pinus* sp na área cerrado-JB do JBRJ de novembro de 2006 a outubro de 2007.

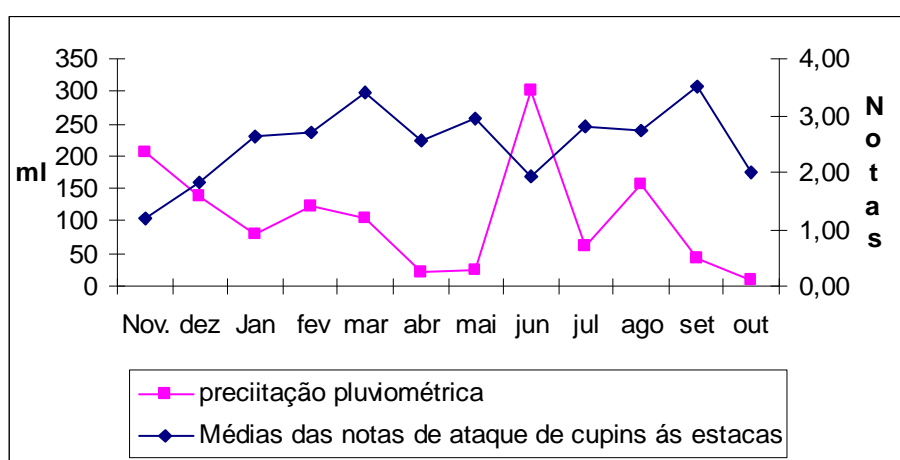


**Figura 11** – Comparação entre as médias da temperatura relativa do ar (máxima e mínima) e ataque pelo cupim subterrâneo *C. gestroi* as iscas de *Pinus* sp na área gramado-JB do JBRJ de novembro de 2006 a outubro de 2007.

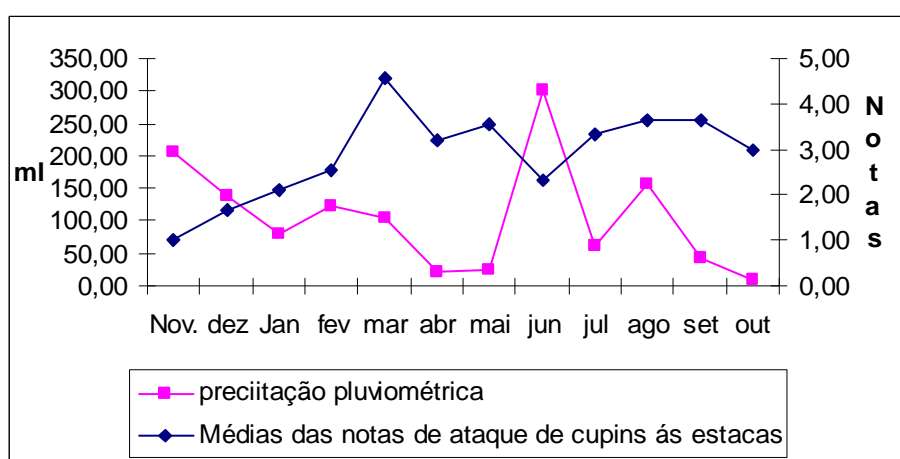


**Figura 12** – Comparação entre as médias da temperatura relativa do ar (máxima e mínima) e ataque pelo cupim subterrâneo *H. longiceps* as iscas de *Pinus* sp na área mata-JB do JBRJ de novembro de 2006 a outubro de 2007.

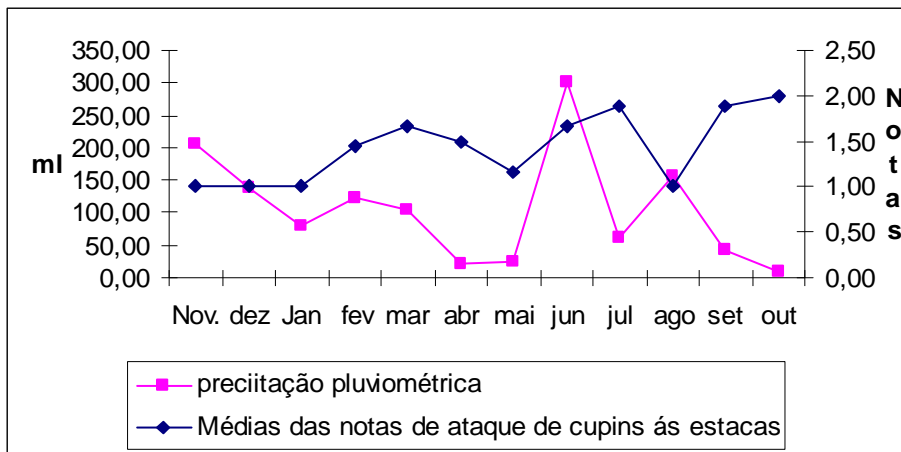
Quanto à precipitação pluviométrica (Figuras 13 a 15), na colônia de *C. gestroi* da área cerrado-JB o ataque pareceu ter sido inverso ao ritmo de chuvas, fato confirmado pela correlação negativa significativa. Porém, no mês de outubro também houve redução das médias de ataque, talvez pela estiagem nesse período. Entretanto, SAJAP (1999) verificou para o cupim subterrâneo *C. curvignathus*, na Ásia, que a variação da precipitação não influencia a atividade de forrageamento. Também foi verificado que no período de estiagem em outubro não foi acompanhado pela atividade de forrageamento da colônia de *H. longiceps* (Figura 15) quando obteve a maior média de ataque. Isso pode ser explicado pelo aumento da umidade do solo, provavelmente devido a proximidade dessa área à fonte de água, cerca de 1,5 m. Por outro lado, o fato de *H. longiceps* estar em área preservada do JBRJ, corrobora com HAAGSMA & RUST (1995), quando afirmam que a atividade de forrageamento está relacionada na área preservada, à temperatura mínima e à precipitação. A colônia de *H. longiceps* na área preservada foi concomitantemente influenciada por esses fatores.



**Figura 13** – Comparação entre as médias da precipitação pluviométrica e ataque pelo cupim subterrâneo *C. gestroi* as iscas de *Pinus* sp na área cerrado-JB do JBRJ de novembro de 2006 a outubro de 2007.

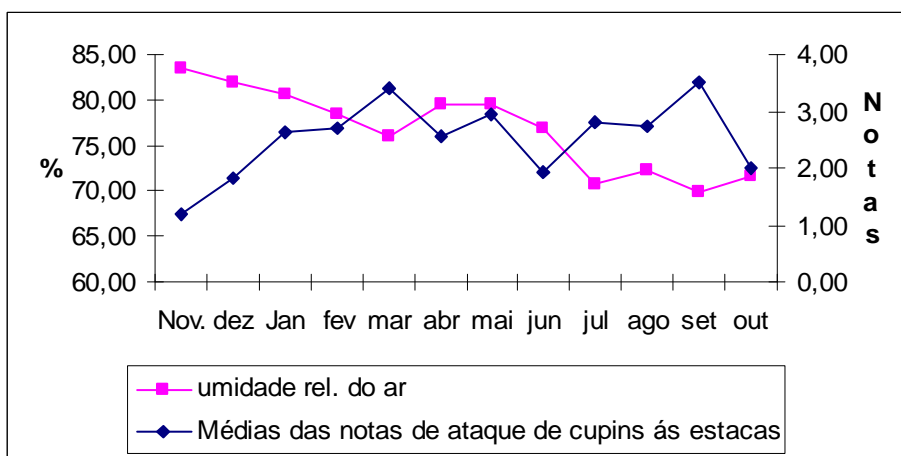


**Figura 14** – Comparação entre as médias da precipitação pluviométrica e ataque pelo cupim subterrâneo *C. gestroi* as iscas de *Pinus* sp na área gramado-JB do JBRJ de novembro de 2006 a outubro de 2007.

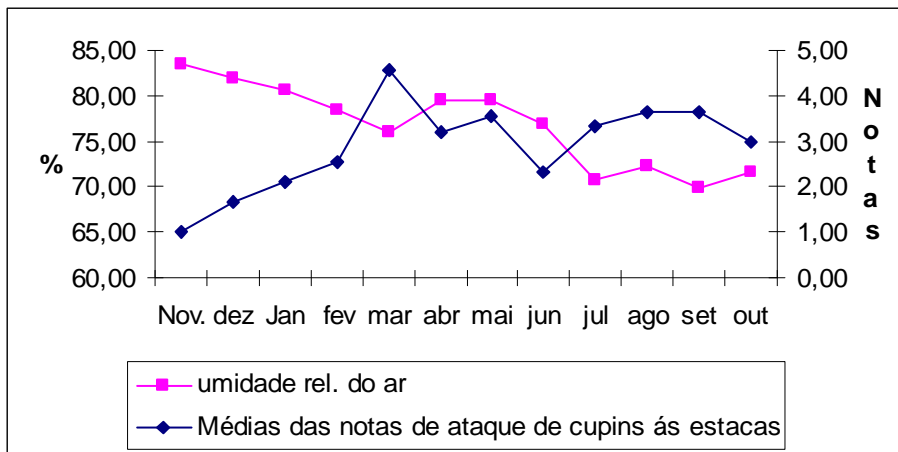


**Figura 15** – Comparação entre as médias da precipitação pluviométrica e ataque pelo cupim subterrâneo *H. longiceps* as iscas de *Pinus* sp na área mata-JB do JBRJ de novembro de 2006 a outubro de 2007.

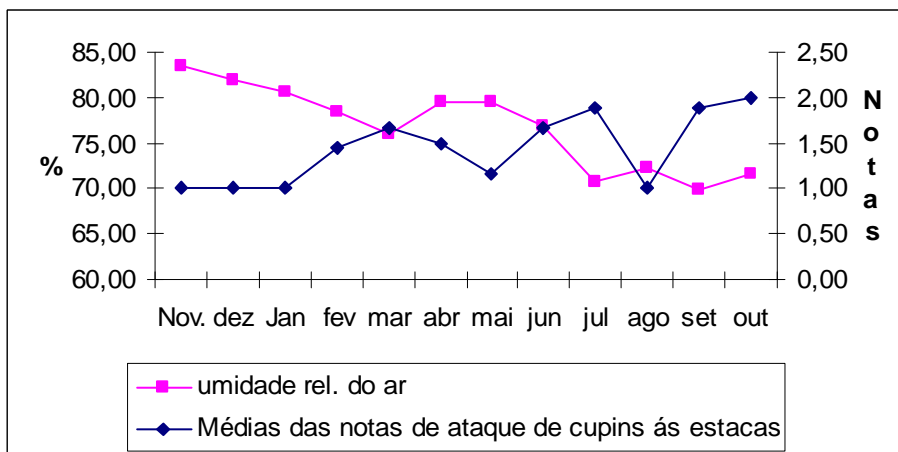
A umidade relativa do ar quando comparada com as médias de ataque das estacas (Figuras 16 a 18), se correlaciona negativamente (Tabela 3), principalmente para a colônia de *H. longiceps*. Entretanto AKHTAR & SARWAR (1995), concluíram que existe uma correlação positiva, mas extremamente fraca, entre densidade populacional/atividade de forrageamento de cupins e a umidade relativa do ar. Por outro lado AHMED & RIAZ (2004), afirmaram que a densidade populacional de cupins é não significativa em relação à umidade relativa do ar.



**Figura 16** – Comparação entre as médias da umidade relativa do ar e ataque pelo cupim subterrâneo *C. gestroi* as iscas de *Pinus* sp na área cerrado-JB do JBRJ de novembro de 2006 a outubro de 2007.

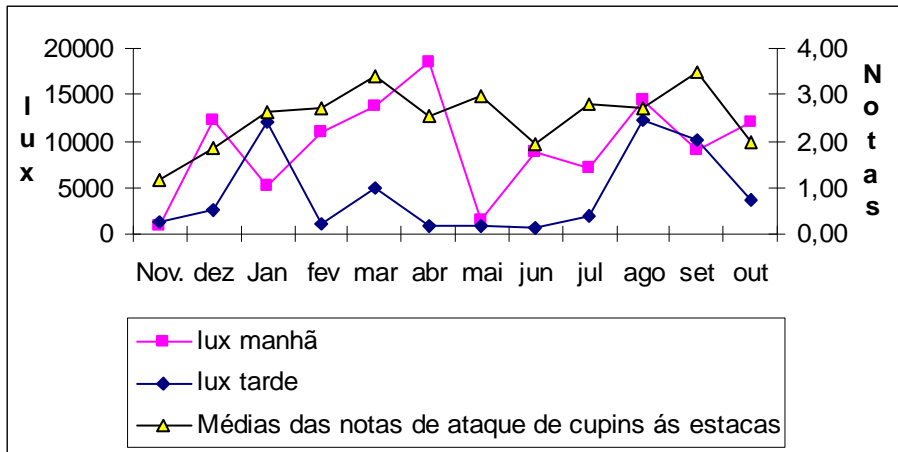


**Figura 17** – Comparação das médias da umidade relativa do ar e ataque pelo cupim subterrâneo *C. gestroi* as iscas de *Pinus* sp na área gramado-JB do JBRJ de novembro de 2006 a outubro de 2007.

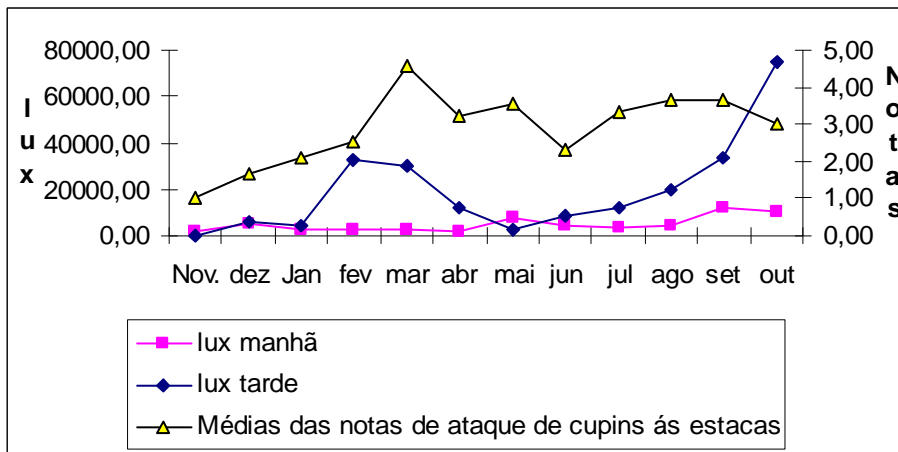


**Figura 18** – Comparação entre as médias da umidade relativa do ar e ataque pelo cupim subterrâneo *H. longiceps* as iscas de *Pinus* sp na área mata-JB do JBRJ de novembro de 2006 a outubro de 2007.

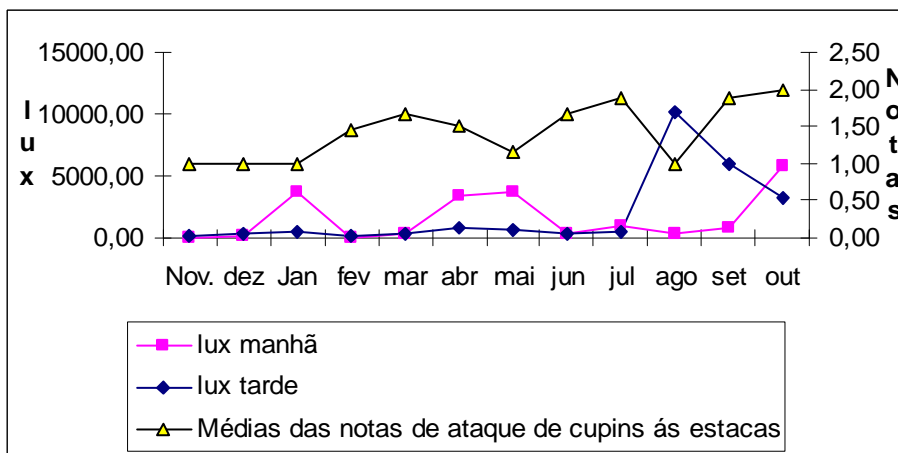
Os efeitos da luminosidade (Figuras 19 a 21) sobre a área de forrageamento dos cupins subterrâneos não teve correlação significativa. Não confirmando dado encontrado por FEI & HENDERSON (2004) de que a influencia da direção da luminosidade do sol no forrageamento varia de acordo com a espécie de cupim. A luminosidade foi a variável com diferenças claras entre as áreas de estudo, porém esse fator não influenciou a atividade de ataque as estacas de pinus em nenhuma das áreas.



**Figura 19** – Comparação entre as médias da luminosidade (manhã e tarde) e ataque pelo cupim subterrâneo *C. gestroi* as iscas de *Pinus* sp na área cerrado-JB do JBRJ de novembro de 2006 a outubro de 2007.



**Figura 20** – Comparação entre as médias da luminosidade (manhã e tarde) e ataque pelo cupim subterrâneo *C. gestroi* as iscas de *Pinus* sp na área gramado-JB do JBRJ de novembro de 2006 a outubro de 2007.



**Figura 21** – Comparação entre as médias da luminosidade (manhã e tarde) e do ataque pelo cupim subterrâneo *H. longiceps* iscas de *Pinus* sp na área mata-JB do JBRJ de novembro de 2006 a outubro de 2007.

#### 4 CONCLUSÕES

- As estacas de *Pinus* sp funcionam como isca-armadilha para cupins subterrâneos e não há uma preferência natural sob diferentes períodos de imersão em água destilada (0, 24 ou 48 horas) com 30 dias de exposição ao solo sob diversas condições ambientais no arboreto do JBRJ.
- Os meses de março seguidos por fevereiro, maio, julho e agosto de 2007, concentraram o pico de ataque pelos cupins subterrâneos.
- O ataque às iscas de *Pinus* sp pela espécie *C. gestroi* foi mais severo que o ataque por *H. longiceps*.
- Os fatores ambientais tiveram destaque nos padrões de ataque de *C. gestroi* e *H. longiceps* com evidência para a umidade relativa do ar, umidade do solo, precipitação pluviométrica sendo que a temperatura relativa do ar, luminosidade e temperatura do solo não tiveram influência.
- A umidade relativa do ar, umidade do solo, precipitação pluviométrica correlacionaram negativamente com o ataque às estacas de pinus por *C. gestroi* e para *H. longiceps* a umidade relativa do ar se correlacionou negativamente e a umidade do solo se correlacionou positivamente.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABENSPERG-TRAUN, M. Seasonal changes in activity of subterranean termite species (Isoptera) in Western Australian wheatbelt habitats. **Australian Journal of Ecology**, v.16, n.3, p. 331-336, 1991.
- ACKERMAN, I. L.; TEIXEIRA, W. G.; RIHA, S. J.; LEHMANN, J.; FERNANDES, E. C. M. The impact of mound building termites on surface soil properties in a secondary forest of Central Amazônia. **Applied Soil Ecology**, v. 37, n.3, p. 267-276, 2007.
- AHMED, S.; RIAZ, M. A. Some studies on population dynamics and chemical control of subterranean termites in sugarcane. **Pakistan Entomologist**, v. 26, n. 2, p. 11-16, 2004.
- AKHTAR, M. S.; SARWAR, G. The foraging activity of subterranean termites in a desert zone of Pakistan. **Pakistan Journal of Zoology**, v. 27, n. 4, p. 329-336, 1995.
- AL-HEMYARI, A. A. Factors affecting foraging activity of *Microtermes yemenensis* (Isoptera: Termitidae). **Annals of Agricultural Science**, v. 32, n. 2, p. 987-995, 1994.
- AL-HOUTY, W. Plant consumption by termites in the Kuwait desert ecosystem. **Insect Science and its Application**, v. 19, n. 1, p. 37-42, 1999.
- ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B., Controle de *Heterotermes tenuis* (Isoptera, Rhinotermitidae) em cana-de-açúcar com iscas Termitrap<sup>R</sup> associado ao fungo entomopatogênico *Beaveria Bossiana* e/ou inseticida em época de seca. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 66, n. 2, p. 85 – 90, 1999.
- ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B. E.; WALDER, J. M. M. – Tamanho da área de forrageamento do cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (Isoptera, Rhinotermitidae) em cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 2, p. 1-8, 1999.
- ALMEIDA, J. E. M.; BATISTA FILHO, A.; ALVES, S. B.; SHITARA, T. Avaliação de inseticidas e fungos entomopatogênicos para o controle de cupins subterrâneos da cana-de-açúcar. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 70, n. 3, p. 347-353, 2003.
- AMELUNG, W.; MARTIUS, C.; GARCIA, M. V.; KUEPER, U.; ULBRICH, D.; ZECH, W. **Organic matter in termite mounds of an Amazonian rain forest**. In: Proceedings of the Third SHIFT Workshop, Manaus, Brazil, 15 19 March, 1998. A German Brazilian Research Program, 1998. p. 493-496.
- ARAB, A.; COSTA-LEONARD, A. M.; CASARIN, F. E.; GUARALDO, A. DE C.; CHAVES, R. C. Foraging activity and demographic patterns of two termite species (Isoptera : Rhinotermitidae) living in urban landscapes in southeastern Brazil. **European Journal of Entomology**, v. 102, n. 4, p. 691-697, 2005.
- ARAB, A.; COSTA-LEONARDO, A. M. Effect of biotic and abiotic factors on the tunneling behavior of *Coptotermes gestroi* and *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Behavioural Processes**, v. 70, n.1, p. 32-40, 2005.
- ASAWALAM, D. O.; JOHNSON, S. Physical and chemical characteristics of soils modified by earthworms and termites. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 38, n. 34, p. 513-521, 2007.
- ASSUNÇÃO, E. D. **Viabilidade de iscas artificiais e coleta manual na amostragem e comunidades de cupins**, 2002. 95 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

- ATTIGNON, S. E.; LACHAT, T.; SINSIN, B.; NAGEL, P.; PEVELING, R. Termite assemblages in a West African semi deciduous forest and teak plantations. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 110, n. 3-4, p. 318-326, 2005.
- BA-ANGOOD, S. A.; EL-DAHEYA, E. S. A study on seasonal occurrence of termites using different attractive materials (baits) in Southern Abyan Governorate, Yemen. **Arab Journal of Plant Protection**, v. 19, n. 1, p. 19-22, 2001.
- BANDEIRA, A. G. Danos causados por cupins na Amazônia brasileira. In: FONTES, L.R., BERTI FILHO, E. (Eds). **Cupins o desafio do conhecimento**, FEALQ, Piracicaba, 1998. p. 163-172.
- BASAPPA, H.; RAJAGOPAL, D. Physico chemical properties of termite modified soils due to foraging on dung in comparison with surrounding soils. **Sociobiology**, v. 16, n. 3, p. 275-284, 1990.
- BASIMIKE, M.; MUTINGA, M. J. Temperature and moisture content of soils of termite mounds and animal burrows in relation to relative abundance of adult *phlebotomine sandflies* (Diptera: Psychodidae) in Marigat semiarid area, Baringo District, Kenya. **Environmental Entomology**, v. 19, n. 3, p. 486-489, 1990.
- BASU, P.; BLANCHART, E.; LEPAGE, M. Termite (Isoptera) community in the Western Ghats, South India: influence of anthropogenic disturbance of natural vegetation. **European Journal of Soil Biology**, v. 32, n. 3, p. 113-121, 1996.
- BATALHA, L. S.; SILVA-FILHO, D. F. da; MARTIUS, C. Using termite nests as a source of organic matter in agrosilvicultural production systems in Amazonia. **Scientia Agricola**, v. 52, n. 2, p. 318-325, 1995.
- BISHT, J. S.; UPADHYAY, V. P.; BISHT, J. S. The role of soil nutrients and termites in decomposition of branch wood litter of *Shorea robusta* in a sub tropical forest. **Revue internationale d'écologie et de géographie tropicales**, v. 12, n. 14, p. 115-123, 1988.
- BRANDÃO, D. Spatial relations of two species of *Syntermes* (Isoptera, Termitidae) in the cerrados of the Brasília, region, DF, Brazil. Relações espaciais de duas espécies de *Syntermes* (Isoptera, Termitidae) nos cerrados da região de Brasília, DF, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 35, n. 4, p. 745-754, 1991.
- BRITO, H. N. F. de. **Aspectos ecológicos e Comportamento do Cupim Subterrâneo Asiático *Coptotermes gestroi* Wasmann (ISOPTERA: RHINOTERMITIDADE)**. 2004. 84 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Seropédica – RJ.
- CAMARGO-DIETRICH, C. R. R. de; COSTA-LEONARDO, A. M. População e território de forrageamento de uma colônia de *Heterotermes tenuis* (Hagen) (Isoptera, Rhinotermitidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 3, p. 397-399, 2003.
- CAMPOS, M. B. S.; ALVES, S. B.; MACEDO, N. Seleção de iscas celulósicas para o cupim *Heterotermes tenuis* (Isoptera, Rhinotermitidae) em cultura de cana-de-açúcar. **Science Agriculture**, v. 55, n. 3, p. 480-484, 1998.
- CEPEDA-PIZARRO, J. G.; WHITFORD, W. G. Decomposition patterns of surface leaf litter of six plant species along a Chihuahuan desert watershed. **American Midland Naturalist**, v. 123, n. 2, p. 319-330, 1990.
- COSTA-LEONARDO, A. M.; CAMARGO-DIETRICH, C. R. R. Território e população de forrageio de uma colônia de *Coptotermes havilandi* (Isoptera: Rhinotermitidae) em meio urbano. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 66, n. 2, p. 99-105, jul./dez. 1999.
- CRIST, T. O. The spatial distribution of termites in shortgrass steppe: a geostatistical approach. **Oecologia**, v. 114, n. 3, p. 410-416, 1998.

- DAWES-GROMADZKI, T. Z. Bugs beneath the surface: the functional significance of soil macroinvertebrates to landscape health in Australia's tropical savannas. **Insect Science**, v. 12, n. 4, p. 307-312, 2005.
- DAWES-GROMADZKI, T. Z.; SPAIN, A. Seasonal patterns in the activity and species richness of surface foraging termites (Isoptera) at paper baits in a tropical Australian savanna. **Journal of Tropical Ecology**, v. 19, n. 4, p. 449-456, 2003.
- DONOVAN, S. E.; EGGLETON, P.; DUBBIN, W. E.; BATCHELDER, M.; DIBOG, L. The effect of a soil feeding termite, *Cubitermes fungifaber* (Isoptera: Termitidae) on soil properties: Termites may be an important source of soil microhabitat heterogeneity in tropical forests. **Pedobiologia**, v. 45, n. 1, p. 1-11, 2001
- EL-SEBAY, Y. Ecological studies on the colonies of the harvester termite *Anacanthotermes ochraceus* (Burm) in Egypt. **Bulletin of the Entomological Society of Egypt**, v. 71 p. 47-54, 1993.
- EVANS, T. A. The influence of soil heterogeneity on exploratory tunneling by the subterranean termite *Coptotermes frenchi* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 93, n. 5, p. 413-423, 2003.
- EVANS, T. A.; GLEESON, P. V. Seasonal and daily activity patterns of subterranean, wood eating termite foragers **Australian Journal of Zoology**, v. 49, n. 3, p. 311-321, 2001.
- FARAGALLA, A. A.; AL-GHAMDI, K. M. S. Monitoring field populations of the harvester termite *Anacanthotermes ochraceus* (Burmeister) in two locations in Western Saudi Arabia (Isoptera: Hodotermitidae). **Sociobiology**, v. 34, n. 3, p. 419-427, 1999.
- FEI, H., HENDERSON, G. Effects of temperature, directional aspects, light conditions, and termite species on subterranean termite activity (Isoptera: Rhinotermitidae). **Environmental Entomology**, v. 33, n. 2, p. 242-248, 2004.
- FONTES, L. R. Sistemática geral de cupins. In: E. BERTI FILHO & L.R. FONTES (Eds). **Alguns aspectos atuais da biologia de cupins**. Piracicaba, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz-FEALQ, 1995. p. 11-17.
- GARNIER-SILLAM, E.; HARRY, M. Distribution of humic compounds in mounds of some soil feeding termite species of tropical rainforests: its influence on soil structure stability. **Insectes Sociaux**, v. 42, n. 2, p. 167-185, 1995.
- GHAYOURFAR, R. Appraising of colony density, foraging area and determination of the predominant species of subterranean termites using baiting system in Qum region. **Applied Entomology and Phytopathology**, v. 72, n. 2, p. 1-14, 2005.
- GREEN, J. M.; SCHARF, M. E.; BENNETT, G. W. Impacts of soil moisture level on consumption and movement of three sympatric subterranean termites (Isoptera : Rhinotermitidae) in a laboratory assay. **Journal of Economic Entomology**, v. 98, n. 3, p. 933-937, 2005.
- GUTIERREZ, J. R.; WHITFORD, W. G. Effect of eliminating subterranean termites on the growth of creosote bush, *Larrea tridentata*. **Southwestern Naturalist**, v. 34, n. 4, p. 549-551, 1989.
- HAAGSMA, K. A.; RUST, M. K. Colony size estimates, foraging trends, and physiological characteristics of the Western subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Environmental Entomology**, v. 24, n. 6, p. 1520-1528, 1995.
- HAN, S. H.; NDIAYE, A. B. L'attaque des cultures maraicheres par les termites (Isoptera) dans la region de Dakar (Senegal). **Actes des Colloques Insectes Sociaux**,: Compte rendu colloque annuel, Creteil, France, 3-5 Septembre 1997. v. 11, p. 1137-43, 1998.

- HENDERSON, G.; SHARPE-MCCOLLUM, K.; DUNAWAY, C. Tracking termites. **Pest Control Technology**, v. 25, n. 2, p. 56-61, 1997.
- HOLT, J. A. Mound building termites and soil microbial biomass: an interaction influencing termite abundance. **Insectes Sociaux**, v. 43, n. 4, p. 427-434, 1996.
- HOLT, J. A. Microbial activity in the mounds of some Australian termites. **Applied Soil Ecology**, v. 9, n. 1/3, p. 183-187, 1998
- HOLT, J. A.; COVENTRY, R. J. Nutrient cycling in Australian savannas. **Journal of Biogeography**, v. 17, n. 4/5, p. 427-432, 1990.
- HOUSEMAN, R. M; GOLD, R. E. Factors that influence tunneling in the eastern subterranean termite, *Reticulitermes flavipes* (Kollar) (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Agricultural and Urban Entomology**, v. 20, n. 2, p. 69-81, 2003.
- ISMANTO, A.; SUMARNI, G. The effect of soil moisture content and temperature on the distribution of subterranean termite. Pengaruh kadar air dan suhu tanah terhadap penyebaran rayap tanah. **Jurnal Penelitian Hasil Hutan**, v. 10, n. 3, p. 102-104, 1992.
- JONES, D. T.; PRASETYO, A. H. A survey of the termites (Insecta: Isoptera) of Tabalong District, South Kalimantan, Indonesia. **Raffles Bulletin of Zoology**, v. 50, n. 1, p. 117-128, 2002.
- KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**: Relação solo-planta. Editora Agronômica Ceres. São Paulo, 1979. 264 p.
- KOMANDA, A.; MALAISSE, F.; MUAKA, M. Behaviour and foraging activity of *Macrotermes falciger* (Isoptera, Termitidae) in a Zambezian woodland of Shaba (Zaire). **Bulletin des Seances, Academie Royale des Sciences d' Outre Mer**, v. 35, n. 3, p. 301-322, 1990.
- KOUASSI, P.; LEPAGE, M. Evolution saisonniere de populations de termites d'ecosystemes guineens (Cote d'Ivoire). **Actes des Colloques Insectes Sociaux**, v. 4, p. 333-340, 1988.
- LEONARD, J.; RAJOT, J. L. Effets induits de paillage post cultural d'un sol sableux encroute au Sahel. Consequences sur l'amelioration de son fonctionnement hydrique. **Agriculture et Developpement**, v. 18, p. 39-45, 1998.
- LEWIS, V. R.; HAVERTY, M. I.; GETTY, G. M.; COPREN, K. A.; FOUCHE, C. Monitoring station for studying populations of *Reticulitermes* (Isoptera: Rhinotermitidae) in California. **Pan Pacific Entomologist**, v. 74, n. 3, p. 121-133, 1998.
- MAHANEY, W. C.; HANCOCK, R. G. V.; AUFREITER, S.; HUFFMAN, M. A. Geochemistry and clay mineralogy of termite mound soil and the role of geophagy in chimpanzees of the Mahale Mountains, Tanzania. **Primates**, v. 37, n. 2, p. 121-134, 1996.
- MANDO, A.; BRUSSAARD, L. Contribution of termites to the breakdown of straw under Sahelian conditions. **Biology and Fertility of Soils**, v. 29, n. 3, p. 332-334, 1999.
- MARTIUS, C.; TABOSA, W. A. F.; BANDEIRA, A. G.; AMELUNG, W. Richness of termite genera in a semi arid region (Sertão) in NE Brazil (Isoptera). **Sociobiology**, 33(3): 357-365, 1999.
- MCCOMIE, L. D.; DHANARAJAN, G. The physical and chemical composition of mounds of *Macrotermes carbonarius* (Hagen) (Termitidae, Macrotermitinae), in Penang, Malaysia. **Journal of Soil Science**, v. 44, n. 3, p. 427-433, 1993.
- MESSINGER, M. T.; SU, N. Y. Colony characteristics and seasonal activity of the *Formosanus* subterranean termite (Isoptera : Rhinotermitidae) in Louis Armstrong Park, New Orleans, Louisiana. **Journal of Entomological Science**, v. 40, n. 3, p. 268-279, 2005.

- MESSENGER, M. T.; SU, N., HUSSENER, C.; GRACE, K. Elimination and reinvasion studies with *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae) in Louisiana. **Journal of Economic Entomology**, v.98, n.3, p. 916 – 929, Jun. 2005.
- MIEDEMA, R.; BROUWER, J.; GEIGER, S. C.; VANDENBELDT, R. J. Variability in the growth of *Faidherbia albida* near Niamey, Niger, Africa: micromorphological aspects of termite activity. In: **Soil micromorphology: studies in management and genesis Proceedings of the Ninth International Working Meeting on Soil Micromorphology**, Townsville, Australia, July 1992, 1994. p. 411-419
- MILANO, S.; FONTES, L. R. **Cupim e cidade: Implicações ecológicas e controle**. São Paulo, 2002. 142 p.
- MIRANDA, C. S.; VASCONCELLOS, A.; BANDEIRA, A. G. Termites in sugar cane in Northeast Brazil: Ecological aspects and pest status. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 2, p. 237-241, 2004.
- MIURA, K.; SUBHASARAM, T.; TAWINTHUNG, N.; NOOCHAN, N.; SHIRAISHI, K. Effects of termite activity on soils in northeast Thailand. **Japanese Journal of Tropical Agriculture**, v. 34, n. 4, p. 40-47, 1990.
- MORALES-RAMOS, J. A.; ROJAS, M. G. Wood Consumption Rates of *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae): A Three-Year Study Using Groups of Workers and Soldiers. **Sociobiology**, v. 45, n. 3, p. 707–719, 2005.
- JNAGARAJU, A.; PRASAD, K. S. S.; PRASAD, E. A. V. Termite mound as a biogeochemical tool for mineral exploration: a case study from a part of Nellore mica schist belt, Andhra Pradesh, India. **Fresenius Environmental Bulletin**, v. 7, n. 9/10, p. 593-609, 1998.
- NASH, M. H.; WHITFORD, W. G. Subterranean termites: regulators of soil organic matter in the Chihuahuan Desert. **Biology and Fertility of Soils**, v. 19, n. 1, p. 15-18, 1995.
- NASH, M. S.; ANDERSON, J. P.; WHITFORD, W. G. Spatial and temporal variability in relative abundance and foraging behavior of subterranean termites in desertified and relatively intact Chihuahuan desert ecosystems. **Applied Soil Ecology**, v. 12, n. 2, p. 149-157, 1999.
- NOBRE, T.; SOARES, A.; NUNES, L. One year monitoring of traits of attack in the soil by subterranean termites. **Final Workshop COST Action E22 ‘Environmental Optimisation of Wood Protection’** Estoril – Portugal, 22nd - 23rd March 2004. Disponível em: [www.bfafh.de/inst4/45/ppt/3choicetpdf](http://www.bfafh.de/inst4/45/ppt/3choicetpdf). Acessado em 23/05/2007.
- NOVARETTI, W.R.T.; FONTES, L.R. Cupins: uma grave ameaça à cana-de-açúcar no nordeste do Brasil. In: FONTES, L.R.; BERTI FILHO, E. (Eds). **Cupins o desafio do conhecimento**. FEALQ, Piracicaba, 1998. 163-172 p.
- PERALTA, R. C. G.; MENEZES, E. B.; CARVALHO, A. G.; AGUIAR-MENEZES, E. L. Taxas de consumo de madeira de espécies florestais por térmitas subterrâneas (Isoptera) sob condições de campo. **Revista Árvore**, v.28, n.2, p.283-289, 2004.
- PERALTA, R. C. G., MENEZES, E. B., CARVALHO, A. G. AGUIAR-MENEZES, E. L. Feeding Preference of Subterranean Termites for Forest Species Associated or not a Wood-Decaying Fungi. **Floresta e Ambiente**, v. 10, n.2, p.58-63, 2003.
- PETERS, B.C.; FITZGERALD, C.J. Subterranean termite-baiting systems. **Forestry research in DPI&F**, v. 3, p. 2-7, 1998.

- RAINA, A.; FLORANE, C. Survival and Growth of the Formosan Subterranean Termite (Isoptera: Rhinotermitidae) on Various Types of Wood Used in Construction. **Sociobiology**, v. 45, n. 3, p. 787-796, 2005.
- REDDY, M. V.; YULE, D. F.; REDDY, V. R.; GEORGE, P. J. Attack on pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) by *Odontotermes obesus* (Rambur) and *Microtermes obesi* Holmgren (Isoptera: Microtermitinae). **Tropical Pest Management**, v. 38, n. 3, p. 23-240, 1992.
- RICARDO, R. P.; FRANCO, E. P. C.; CONCEICAO, F. A. M. As térmitas como agente determinante de características de solos do Sueste de Angola. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 24, n. 34, p. 239-244, 2001.
- RICHMAN, D. L.; TUCKER, C. L.; KOEHLER, P. G. Influence of Portland cement amendment on soil pH and residual soil termiticide performance. **Pest Management Science**, v. 62, n. 12, p. 1216-1223, 2006.
- ROOSE-AMSALEG, C.; MORA, P.; HARRY, M. Physical, chemical and phosphatase activities characteristics in soil feeding termite nests and tropical rainforest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 37, n. 10, p. 1910-1917, 2005
- SAJAP, A. S. Detection of foraging activity of *Coptotermes curvignathus* (Isoptera: Rhinotermitidae) in an *Hevea brasiliensis* plantation in Malaysia. **Sociobiology**, v. 33, n. 2, p. 137-143, 1999.
- SCHUURMAN, G. Foraging and distribution patterns in a termite assemblage dominated by fungus growing species in semi arid northern Botswana. **Journal of Tropical Ecology**, v. 22, n. 3, p. 277-287, 2006.
- SHELTON, T. G.; GRACE, J. K. Termite physiology in relation to wood degradation and termite control. **Wood deterioration and preservation: advances in our changing world**, 2003. p. 242-252.
- SILVA, M. A.; GOBATTO, A. A. Fenologia de *Bauhinia spp.* (*Leg.-Caesalp.*) no arboreto do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu – Mg, 23 a 28 de Setembro de 2007.
- SOLANKI, G. S. Organic matter decomposition and loss of nutrients in the grassland ecosystem. **Range Management and Agroforestry**, v. 16, n. 2, p. 59-65, 1995.
- SOUTO, L.; KITAYAMA, K.; HAY, J. D.; ICUMA, I. Observations on initial foraging strategies of *Constrictotermes cyphergaster* (Isoptera: Termitidae, Nasutitermitinae) on a two dimensional surface. **Sociobiology**, v. 34, n. 3, p. 619-624, 1999.
- SOUZA, J. H. de. **Susceptibilidade de cinco essências florestais (quatro nativas e uma exótica) à ação do cupim subterrâneo asiático, *Coptotermes gestroi* (Wasmann, 1896) (Isoptera: Rhinotermitidae)**. 2008. 43 f.: il. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- SRIVASTAVA, S.; SINGH, N. B. Population fluctuation of termite in sugarcane fields of Bareilly (U.P.). **Cooperative Sugar**, v. 35, n. 10, p. 785-792, 2004 a.
- SRIVASTAVA, S.; SINGH, N. B. Seasonal infestation of termites in sugarcane fields of Bareilly. **Cooperative Sugar**, v. 35, n. 5, p. 387-391, 2004 c.
- SRIVASTAVA, S.; SINGH, N. B. Survey of termites infesting mango orchards at four locations in Bareilly, **Uttar Pradesh Biological Memoirs**, v. 30, n. 1, p. 48-51, 2004 b.
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics. A biometrical Approach**. 2ª. ed., Mc-Graw Hill Book Company, New York, 1980. 633 p.

- STRACK, B. H.; MYLES, T. G. Behavioural responses of the eastern subterranean termite to falling temperatures (Isoptera: Rhinotermitidae). **Proceedings of the Entomological Society of Ontario**, v. 128, p. 13-17, 1997.
- SU, N. Y.; PUCHE, H. Tunneling activity of subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) in sand with moisture gradients. **Journal of Economic Entomology**, v. 96, n. 1, p. 88-93, 2003.
- SU, N. Y.; THOMAS, J. D.; SCHEFFRAHN, R. H. Elimination of subterranean termite population from the statue of liberty national monument using a bait matrix containing an insect growth regulator, hexaflumuron. **Journal of the American Institute for Conservation**, v.37, n.3, p. 282 – 292, 1998.
- TAKESHITA, M.; ARAYA, T. Soil nutrient loss caused by intensive land use and the retention of nutrients inside termite mounds in Niger, Africa. **Japanese Journal of Ecology**, v. 54, n. 2, p. 117-124, 2004.
- TREVISAN, H.; NADAI, J. de; LUNZ, A. M.; CARVALHO, A. G. de. Ocorrência de térmitas subterrâneas (ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE E TERMITIDAE) e durabilidade natural da madeira de cinco essências florestais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.13, n.2, p. 153 –158, 2003.
- UMEH, V. C.; IVBIJARO, M. F. Termite abundance and damage in traditional maize cassava intercrops in southwestern Nigeria. **Insect Science and its Application**, v. 17, n. 3/4, p. 315-321, 1997.
- VARMA, R. V.; SWARAN, P. R. Diversity of termites in a young eucalypt plantation in the tropical forests of Kerala, India. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 27, n. 2, p. 95-101, 2007.
- VASCONCELOS, W. E. de; MEDEIROS, E. V.; RIOS, M. S.; TEMÓTEO, A. S.; SOUZA, A. H de; MARACAJÁ, P. B.; DIAS, V. H. P. – Biodiversidade e monitoramento da ordem Isoptera em Olinda, PE. **Revista de Biologia da Terra**, v.3. n. 2, 2003.
- WANG, C. L.; POWELL, J. E.; SCHEFFRAHN, R. H. Abundance and distribution of subterranean termites in Southern Mississippi forests (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology**, v. 42, n. 2, p. 533-542, 2003.
- WHITFORD, W. G. Subterranean termites and long term productivity of desert rangelands. **Sociobiology**, v. 19, n. 1, p. 235-243, 1991.
- ZANETTI, R.; CARVALHO, G. A.; SOUZA-SILVA, A.; SANTOS, A. dos; GODOY, M. S. **Manejo Integrado de Cupins**. Lavras: UFLA – MG, 2002. 29 p.

## **CAPÍTULO II**

### **AVALIAÇÃO DE EXTRATOS BOTÂNICOS COMO CUPINICIDA**

## RESUMO

### Capítulo 2 – Avaliação de Extratos Botânicos como cupinicida.

A busca por extratos naturais de plantas que possuam atividade cupinicida visa oferecer uma alternativa viável à utilização dos agrotóxicos, com menor impacto para o meio ambiente. O objetivo deste capítulo foi avaliar extratos botânicos com ação bioinseticida para o controle do cupim subterrâneo, *C. gestroi*. Os cupins foram expostos a sete tratamentos com cinco repetições cada durante 20 dias. Os extratos aquosos das folhas de cinamomo (*Melia azedarach*), teca (*Tectona grandis*), andiroba (*Carapa guianensis*), peroba (*Aspidosperma polyneuron*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) e leucena (*Leucaena leucocephala*) na concentração de 10% foram impregnados em pedaços de papelão corrugado medindo 2 x 2 cm. A testemunha consistiu na imersão de papelão em água destilada. Treze cupins, um pedaço de papelão com o respectivo tratamento e solo argiloso de subsolo, seco em estufa e posteriormente umidecido com água destilada, foram mantidos em um pote plástico de 8 x 8 cm no interior de uma caixa de isopor (60x40x30 cm) tampada e mantida com umidade e temperatura relativa do ar em seu interior em torno de 93% e 24°C, respectivamente. Foram avaliadas as variáveis mortalidade e consumo do papelão por *C. gestroi*. Com exceção de *L. leucocephala*, cujo consumo do papelão foi menor, os demais extratos vegetais e a testemunha foram consumidos igualmente. A atividade inseticida dos extratos de *M. azedarach*, *M. urundeuva* e *T. grandis* foi responsável por 100, 100 e 95,38% de mortalidade de cupins, respectivamente. Os extratos de *L. leucocephala*, *A. polyneuron* e *C. guianensis* não apresentaram atividade inseticida para o controle de *C. gestroi*.

**Palavras chave:** Plantas inseticidas, *Coptotermes gestroi*, extratos aquosos.

## ABSTRACT

### Chapter 2 - Assessment of Botanical Extracts as Cupinocida.

The search for plant extracts with termiticidal activity aims to offer a good alternative for the pesticides with less environmental impacts. The purpose of this chapter was evaluate botanical extracts with bioinsecticidal action to control of subterranean termite, *C. gestroi*. Termites were exposed to seven leaves extracts with five replications each for 20 days. Leaves aqueous extract of chinaberry (*Melia azedarach*), teak (*Tectona grandis*), andiroba (*Carapa guianensis*), peroba (*Aspidosperma polyneuron*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) and leucaena (*Leucaena leucocephala*) at a concentration of 10% were impregnated on corrugated cardboard pieces measuring 2 x 2 cm. The control was immersed on distilled water. Thirteen termites and a piece of cardboard with their treatment were placed on each plastic pot containing clay without organic matter moistened with distilled water. They were placed inside a box of styrofoam (60 x 40 x 30cm) at a room temperature of 24°C and a high relative humidity of 93% due to a plastic pot with water placed in the deep. We evaluated mortality and consumption of cardboard by *C. gestroi*. With the exception of *L. leucocephala*, which was lower consumption of cardboard, the other plant extracts and witness were also consumed. The extracts of *M. azedarach*, *M. urundeuva* and *T. grandis* caused 100, 100 and 95.38% of termite mortality, respectively. The extracts of *L. leucocephala*, *A. polyneuron* and *C. guianensis* showed no insecticide activity on *C. gestroi* control.

**Keywords:** subterranean termite, environmental variables, Plants insecticides.

## 1 INTRODUÇÃO

Os cupins são considerados atualmente, uma das mais importantes pragas agrícolas e urbanas, principalmente pela dificuldade do seu controle, uma vez que são insetos subterrâneos (ZANETI et al., 2002). Dentro deste contexto, a espécie exótica *Coptotermes gestroi* (Wasmann) (Isoptera: Rhinotermitidae), é a principal praga (CONSTANTINO, 2002). Esta espécie tem como principais características as populações numerosas, o forrageio a longas distâncias e a utilização de várias fontes alimentares dentro do território de forrageio (COSTA-LEONARDO & CAMARGO-DIETRICH, 1999), o que a torna uma das pragas de maior importância econômica.

O controle químico de cupins subterrâneos baseia-se no princípio da barreira química, utilizando inseticidas com poder residual mínimo de seis meses (WILCKEN & RAETANO, 1998). A partir de 1985 houve a proibição, pelo Ministério da Agricultura, do uso e comercialização dos clorados devido à alta persistência e contaminação do ambiente, fazendo-se necessário o estudo de novas moléculas de inseticidas ou de outras alternativas (ALMEIDA et al., 2003). Desta forma, foram criados novos produtos que pudessem substituir os clorados em eficiência e custo, portanto menos prejudiciais ao ambiente. Surgiram em 1995, o Imidacloprid e o Fipronil (FERNANDES et al., 1998), atualmente utilizados em larga escala. Os cupinicidas químicos utilizados no controle do cupim subterrâneo *C. gestroi*, ainda que menos agressivos que os produtos utilizados no passado, podem potencialmente causar impacto através da poluição e contaminação do solo, do lençol freático, dos rios e das lagoas, afetando os seres vivos e o ambiente. A busca por extratos naturais de plantas provenientes da flora brasileira e exótica que possuam atividade inseticida, visa oferecer uma alternativa viável à utilização dos agrotóxicos com menor impacto para o meio ambiente.

Os extratos vegetais vêm sendo testados com sucesso para o controle de diversos insetos-praga, como a mosca-branca (*Bemisia tabaci* Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) (CAVALCANTE et al. (2006) e a traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella* L.) (Lepidoptera: Plutellidae) (TORRES et al. 2001). No caso dos cupins, UMEH & IVBIJARO (1999) testaram extratos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) e pimenta-de-são-tomé (*Piper guineense* Schum e Thonn) em plantações de mandioca e melão, severamente atacadas por cupins dos gêneros *Macrotermes* e *Microtermes* e obtiveram reduções significativas do ataque. Extratos de ipê (*Tabebuia* sp) e itaúba (*Mezilaurus* sp) também foram testados em cupins-de-madeira-seca (*Cryptotermes brevis* Walker) (Isoptera: Kalotermitidae) e demonstraram uma ação fago-inibidora e tóxica para essa espécie (CABRERA et al., 2001). Também foram observados por HENDERSON et al. (2001), atividade repelente e tóxica do extrato alcoólico de nootkatone, um isolado do óleo de vertiver, uma gramínea da espécie *Anatherum muricatum*, ao cupim subterrâneo *Coptotermes formosanus*. Concluíram que esse isolado não é tóxico ao ser humano e ao ambiente e pode ser usado para tratamento e prevenção ao ataque de cupins a madeiras usadas em edificações. Os trabalhos realizados com diferentes espécies de cupins ainda são escassos, mas os resultados positivos aliados à ampla diversidade de plantas com ação inseticida a serem estudadas, incentivam a realização de novas pesquisas sob este enfoque, visando o controle de *C. gestroi*.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar extratos botânicos como cupinicida.

## 1.2 Revisão de Literatura

### 1.2.1 Propriedades inseticidas dos vegetais

Os vegetais desenvolvem mecanismos de defesa contra patógenos (vírus, bactérias, fungos, insetos etc.) produzindo toxinas contra o agente invasor e adquirindo resistência à infecção e também contra pragas e competição. PINTO et al. (2002) citam os aleloquímicos fagorrepelentes e as fitoalexinas como dois casos de alelopatia dos vegetais. Definindo que fagorrepelentes, do inglês “antifeedants”, são substâncias naturais que têm a propriedade de interromper o pastejo, podendo o efeito ser temporário ou permanente. Geralmente agem sobre o sistema nervoso central dos insetos e são também específicos para determinadas espécies. Um exemplo clássico de fagorrepelente, a *Melia azedarach*, que é muito ativa sobre *Schistocerca gregaria* (Forsk.) (Orthoptera: Acrididae), o gafanhoto do deserto. Quanto as fitoalexinas, estas são substâncias com propriedades antimicrobianas produzidas pelas plantas, quando estas são infectadas por microorganismos fitopatogênicos como vírus, bactérias e fungos, ou quando as plantas estão sob condições de estresse, como seca, frio, ação de luz ultravioleta, etc. Famílias botânicas como, por exemplo, as leguminosas, geralmente produzem isoflavonóides, as solanáceas, diterpenos, asteráceas, poliacetilenos e as orquídeas, diidrofenantrenos. Outro componente presente nos vegetais que também age como defesa são os taninos que agem como um mecanismo de barreira da planta, tornando-a impalatável e inibindo o seu consumo. Quando atacadas por insetos inativam enzimas digestivas e criam um complexo de taninos-proteínas de difícil digestão, incluindo respostas específicas que ativam diferentes vias metabólicas as quais alteram consideravelmente suas características químicas e físicas (MELLO & SILVA-FILHO, 2002).

### 1.2.2 Plantas inseticidas

O uso de inseticidas botânicos na agricultura diminui os custos de produção, preserva o ambiente e os alimentos da contaminação química, tornando-se prática à agricultura sustentável e contribuindo para o aprimoramento da qualidade de vida das populações envolvidas (ROEL, 2001).

Em restrição ao uso de produtos químicos, LOGAN et al. (1990) recomendam uma série de medidas alternativas inclusive o uso de plantas inseticidas como substitutos tanto na agricultura quanto nos reflorestamentos, pois não prejudicam o meio ambiente e não são tóxicos para o ser humano. Os autores sugerem que precisam ser adequadamente avaliadas para que seu potencial seja mais bem aproveitado e então apresentam uma lista de espécies de plantas usadas a campo e já registradas na literatura, por serem tóxicas ou repelentes para cupins. Estudos vêm sendo realizados no intuito de se utilizar as substâncias produzidas por essas plantas de forma sistemática para o controle de insetos pragas.

Vários extratos de folhas, ramos, cascas ou sementes vêm sendo testados sob várias concentrações. Em *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae), BOIÇA JÚNIOR et al. (2005) verificaram que os extratos aquosos de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.), *Nicotiana tabacum* (L.) e *Sapindus saponaria* (L.) a 10% de concentração, resultaram em uma mortalidade larval de 100%, seguidos dos extratos de *Trichilia pallida* (Swartz) (93,8%), *A. indica* (89,6%), *Symphytum officinale* (L.) (77,1%), *Bougainvillea glabra* (Choisy) (72,9%), *Achillea millefolium* (L.) (70,8%) e *Chenopodium ambrosioides* (L.) (70,8%). Para *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) os extratos de folhas e de ramos de *T. pallida* prejudicam o desenvolvimento do inseto afetando principalmente a fase larval, aumentando a duração e reduzindo a viabilidade deste período (THOMAZINI et al., 2000). Para o ácaro verde da mandioca, *Mononychellus tanajoa* (Bondar) extratos aquosos de nim, *A. indica* e cravo da índia, *Syzygium aromaticum* (L.) causaram mortalidade larval afetando a duração da fase deutocrisálida e teliocrisálida e reduzindo a viabilidade dos ovos (GONÇALVES et al., 2001).

Teste mais recente envolvendo o controle de cupins utilizando-se vegetais realizados por CABRERA et al. (2001), com extratos clorofórmicos das madeiras de Ipê (*Tabebuia* sp) e Itaúba

(*Mezilaurus* sp) sobre *C. brevis*, cupim-de-madeira-seca, indicaram uma ação fagoínibidora e tóxica para esses cupins e seus simbiosites. A atividade de repelência e tóxica também foram observadas por HENDERSON et al. (2001), ao cupim subterrâneo *Coptotermes formosanus* (Shiraki) causada pelo extrato alcoólico de nootkatone, um isolado do óleo de vertiver, derivado de uma gramínea. O isolado não é tóxico ao ser humano e ao ambiente, podendo ser usado para tratamento e prevenção ao ataque de cupins a madeiras usadas principalmente para a construção de casas. Outras plantas apresentam propriedades inseticidas como às descritas abaixo.

#### **1.2.2.1 Teca - *Tectona grandis* Lf, Verbenaceae**

A espécie vegetal conhecida como teca, *T. grandis* é nativa das florestas tropicais do Sudeste Asiático e vem sendo utilizada no folclore popular como planta medicinal. As folhas de *T. grandis* são usadas para o tratamento de vários tipos de ferimentos, especialmente feridas causadas por queimaduras. Isso foi confirmado por MAJUMDAR et al. (2007), em teste com o extrato das folhas em queimaduras provocadas em cobaias que observaram que houve redução significativa das lesões. Teca também causa efeito alelopático. Extratos de folhas testadas por CHANAL et al. (2002), sobre a germinação de sementes de grama demonstrou reduzir em 87,25 % a germinação. Segundo SUMTHONG et al. (2006), os compostos ativos de *T. grandis* são o deoxilapachol e a tectoquinona. Teste com o fungo *Aspergillus niger* van Tieghem demonstrou que deoxilapachol possui ação fúngica inibindo o crescimento da parede celular desse fungo.

Quanto aos cupins, segundo SIMATUPANG et al. (1996), as suas propriedades termiticidas são devidas as antraquinonas. Bioensaios feitos por ROSZAINI et al. (2006) mostraram que de *T. grandis*, dentre outras, possui a madeira mais resistente ao ataque dos cupins subterrâneos *Coptotermes curvignathus* (Wasmann) e *C. formosanus* (GRACE et al. 1998). Em testes de preferência alimentar por cupins, realizado por SUPRIANA (1988), *T. grandis* causou repelência ao cupim de madeira seca *Cryptotermes cynocephalus* (Light). Extrato de teca impregnados a *Agathis alba* (Rumph. ex Jeffrey) aumentou a resistência dessa madeira antes susceptível ao *C. cynocephalus*, *C. curvignathus* e *Reticulitermes lucifugus* Rossi (SUPRIANA, 1983).

#### **1.2.2.2 Leucena - *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit**

A *leucena* é uma leguminosa nativa da América Central e do Sul. O extrato das sementes de *L. leucocephala* vem sendo testado para vários insetos. Foi boa alternativa ao controle de *Bemisia tabaci* biótipo B (Genn.) na cultura de *Brassica oleracea* L. var *acephala* causando mortalidade de 60% sobre os ovos (VASCONCELOS et al., 2003). Já o extrato aquoso das folhas causou mortalidade significativa sobre os ovos e as ninfas da mosca-branca (*Bemisia tabaci* Gennadius) (CAVALCANTE et al., 2006). A planta possui também atividade a entomopatogênicos, pois o extrato de folhas causou mortalidade de 100% ao nematóide *Aphelenchoides composticola* (Franklin) após 48h de exposição (GREWAL & SOHI, 1988).

Por outro lado, em relação ao controle de cupins, PAES et al. (2007) avaliaram a resistência natural de leucena a cupins da espécie *Nasutitermes corniger* (Motsch.) em ensaio de preferência alimentar e constataram que leucena possui baixa resistência ao ataque dessa espécie de cupim. PARIHAR (1997), também a considerou a menos resistente ao ataque de cupins dos gêneros *Microtermes*, *Eremotermes* e *Odontotermes* spp. Apesar disso, FRANCO & SOUTO (1986) relataram que leucena apresenta uma toxina em sua composição, a mimosina, que em animais de sangue quente pode causar intoxicações, embora afirmem que microorganismos do trato digestivo desses animais decompõem essa toxina.

#### **1.2.2.3 Cinamomo ou Pára-Raios - *Melia azedarach* L.**

Nativa da região sub-himalaica da Índia, também é comum em Burma, China e Pérsia. A utilização de *M. azedarach* já foi bastante testada como inseticida natural para vários insetos. Um dos primeiros relatos do amplo poder inseticida dessa planta foi feito por MARANHÃO (1954),

afirmando que o extrato aquoso das bagas de *M. azedarach* afeta levemente as baratas, mas é bastante tóxico para as abelhas. As folhas aplicadas no solo agem como termiticida. O extrato alcalino dos frutos é eficiente contra pulgões. Plantas cultivadas, pulverizadas com extrato de *M. azedarach*, não são atacadas por gafanhotos. A autora ainda afirmou que o princípio ativo da planta é solúvel em água quente, álcool, clorofórmio e benzeno, mas insolúvel no éter de petróleo. Todavia, extratos metanólicos de folhas de cinamomo *M. azedarach* foram mais ativos como inseticida quando usados em altas doses em larvas de *Hyblaea puera* Cramer (Lepidoptera: Hyblaeidae) diminuindo seu peso, seu crescimento e sua sobrevivência. Reduziu também o consumo e por isso, foi considerado por NATHAN & SEHOON (2006), uma alternativa de bioinseticida para pesticidas sintéticos. Em *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B, criada em tomateiro, *M. azedarach* (frutos verdes) provocou mortalidade à fase de ovo e de ninfa (SOUZA & VENDRAMIM, 2004).

Em *Tuta absoluta* (Meyrick), BRUNHEROTTO & VENDRAMIM (2001) observaram que extratos aquosos das folhas de *M. azedarach* foram a estrutura vegetal com maior bioatividade vindo a seguir os frutos verdes, ramos e frutos maduros. TORRES et al. (2001) verificaram que o extrato aquoso de *M. azedarach* influencia na duração da fase larval de *Plutella xylostella* (L.) e afeta a viabilidade da fase pupal, não emergindo adultos. A ação inseticida de extratos aquosos de *M. azedarach* também age sobre *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera:Tephritidae) mosca-da-fruta, reduzindo a postura, o desenvolvimento das larvas, que morrem sem conseguir completar a ecdise das pupas, que apresentaram mal formações e aos adultos que não são capazes de expandir normalmente suas asas (SALLES & RECH, 1999).

Em animais de sangue quente, MÉNDEZ et al. (2006) administraram a suínos frutos maduros e triturados de *M. azedarach* misturados à ração em doses únicas. Os resultados obtidos demonstram que a ingestão de altas doses de frutos de *M. azedarach* induz ao aparecimento de sinais clínicos da intoxicação e causa lesões em diversos órgãos, inclusive a morte.

Em cupins, LIN & WANG (1988) testaram extratos metanólicos do pó dos frutos, folhas, cascas e sementes de *M. azedarach* contra os cupins das espécies *Coptotermes formosanus* e *Odontotermes formosanus*. Após 7 dias houve uma mortalidade de 100, 90, 85 e 65%, para os extratos de frutos, folhas, cascas e sementes, respectivamente, produzindo um padrão semelhante de mortalidade. A madeira de *M. azedarach* também possui propriedades antitermíticas. HANIF et al. (1988) verificou este fato testando em populações de cupins ativos em várias áreas ecológicas na cidade de Peshawar, Paquistão, durante 1 ano. Na tentativa de um controle integrado com microorganismos ROSALES (2002) testou extratos vegetais de *M. azedarach* associado a isolados de fungos entomopatogênicos *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. e *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill, observando uma diminuição da atividade fungitóxica sobre o cupim subterrâneo *H. tenuis*. Por outro lado, CASTIGLIONI et al. (2005) testaram extratos aquosos de *M. azedarach* sob condições de laboratório, nas concentrações de 1 e 5%, que não causaram mortalidade significativa ao cupim subterrâneo *H. tenuis*.

#### **1.2.2.4 Andiroba - *Carapa guianensis* Aubl.**

Encontrada em toda a América tropical. No Brasil, ocorre em toda a Bacia Amazônica e na costa Atlântica. A ação inseticida de *C. guianensis* também já foi citada para alguns insetos. FREIRE et al. (2006) observaram o efeito do óleo vegetal de andiroba sobre a postura de ovos por fêmeas de forídeos em condições de laboratório. Houve considerável diminuição da postura (até nenhuma postura) e consideraram esse óleo como uma boa alternativa no controle preventivo e curativo dessa praga em colônias de Meliponídeos, devido ao seu efeito repelente, ao baixo custo e disponibilidade na Região Amazônica.

Estudos mais profundos sobre a composição de *C. guianensis* destacaram suas propriedades inseticidas. AMBROZIN et al. (2006) isolaram sete limonóides presentes em *C. guianensis* e destes, seis foram submetidos a ensaios com formigas *Atta sexdens rubropilosa* (Forel) quando a atividade

inseticida foi considerada moderada. Limonóides são metabólitos conhecidos pelo fato de apresentarem atividade em insetos, seja interferindo no crescimento, seja através da inibição da alimentação.

Testes com cupins feitos por ABREU & SILVA (2000), sobre a resistência natural da madeira desta planta ao ataque de cupins na floresta amazônica, afirmam que *C. guianensis* foi muito resistente ao *Nasutitermes macrocephalus* (Silvestri) e resistente a *Nasutitermes surinamensis* (Holmgren).

#### **1.2.2.5 Peroba-do-Campo - *Aspidosperma polyneuron* Muell. Arg.**

É nativa do Brasil e ocorre nos estados da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Paraná e Rondônia. A presença de compostos promissores no controle de pragas utilizando *A. polyneuron* foram determinados por CORNÉLIO et al. (2004) que extraíram do óleo essencial obtido a partir das folhas por hidrodestilação e puderam então identificar que os principais componentes são pentadecanal (6,3%) e kaurene (73,7%) um diterpenóide considerado antimicrobiano com atividade contra bactérias Gram-positivas. Porém, testes com insetos não foram realizados até o momento.

#### **1.2.2.6 Aroeira - *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.**

Tem como sinônima *Astronium juglandifolium* Griseb., e *Astronium urundeuva* (Fr. All. Engl.). Conhecida popularmente também como aroeira-do-campo e aroeira-da-serra, a urundeuva é nativa da caatinga e do cerrado, desde o Ceará até o Paraná, sendo encontrada também na Argentina, Paraguai e Bolívia (LORENZI, 1992). Vem sendo usada como planta medicinal, porém foram detectados compostos fenólicos, óleos essenciais e taninos nas cascas de *M. arundeuva*, assim como, cristais prismáticos de oxalato de cálcio (KATO & AKISUE, 2002). Gel elaborado a partir do óleo essencial do extrato de *M. urundeuva* a 5%, inibe o crescimento de bactérias características da periodontite e demonstrou ter atividade anti-inflamatória e antibacteriana (BOTELHO, 2007).

Quando a madeira foi exposta à ação dos fungos *Postia placenta* (Fr.) e *Neolentinus lepideus* (Fr.) e de cupins *Nasutitermes corniger* (Motsch.) teve o cerne mais resistente e do que o albúrnio (PAES, et al., 2002).

Segundo QUEIROZ et al. (2002) a elevada quantidade de taninos da aroeira-preta, podem contribuir para sua resistência natural à degradação. CAVALCANTE et al. (2006) também encontraram alcalóides no extrato aquoso da casca a 10%, porém, quando testado em mosca-da-fruta não causou mortalidade significativa e nem redução da fertilidade.

Por outro lado, testes foram feitos com um isolado da aroeira, a lectina, sobre larvas do *Aedes aegypti* (L.) no estágio L<sub>4</sub> (SÁ, 2008). Os resultados revelaram que a dose letal da lectina para matar 50% das larvas (LC<sub>50</sub>), no período de 24 horas, foi de 40 partes por milhão (ppm). O percentual determinado da LC<sub>50</sub> indica uma alta toxicidade da lectina para as larvas L<sub>4</sub>.

A aroeira merece atenção também, no estudo das dermatites de contato, devido a seu alto poder sensibilizante e irritante por derivados fenólicos presentes nas plantas da família *Anacardiaceae* (DIÓGENES & MATOS, 1999). Também apresenta ação depressora do sistema nervoso central (OMENA, 2007).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Fitossanidade do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ). Os extratos foram feitos a partir das folhas das seguintes plantas: cinamomo (*Melia azedarach* L., Meliaceae), teca (*Tectona grandis* L.f., Verbenaceae), andiroba (*Carapa guianensis* Aubl., Meliaceae), peroba (*Aspidosperma polyneuron* Mull. Arg., Apocynaceae), aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All., Anacardiaceae) e leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, Mimosaceae). As folhas foram coletadas de plantas adultas cultivadas no arboreto do JBRJ e secas em estufa de circulação de ar forçado a 45°C por 48 horas. Em seguida foram trituradas em liquidificador e 10 g do pó de cada espécie vegetal foram diluídos em 100 ml de água destilada. Após 24 horas de repouso, as soluções foram filtradas em tecido de “voil”, obtendo-se os extratos aquosos na concentração de 10% para cada espécie (THOMAZINI et al., 2000; TORRES et al., 2001; CAVALCANTE et al., 2006). A opção por essa concentração para todos os extratos se deveu a falta de conhecimento dos efeitos da maioria desses extratos sobre o cupim *C. gestroi*.

Após a preparação dos extratos, quadrados de papelão corrugado medindo 2 cm de lado foram secos em estufa de ventilação forçada a 105°C por 24 horas, pesados individualmente e imersos em cada extrato por um período de 30 minutos. A testemunha foi constituída por quadrados imersos somente em água destilada. Decorrido este tempo, os quadrados foram colocados sobre papel toalha e deixados à temperatura ambiente por 12 horas para a secagem. Em seguida, cada quadrado foi transferido para um pote de plástico medindo 8 cm de diâmetro por 8 cm de altura e contendo terra argilosa de subsolo esterilizada, sem a presença de matéria orgânica, umedecida com água destilada. Em cada pote, foram confinados 10 operárias e 3 soldados de cupins da espécie *C. gestroi* coletados em colônia presente no arboreto do JBRJ. Os potes foram depositados dentro de uma caixa de isopor tampada, medindo 60 cm x 40 cm x 30 cm, onde a umidade relativa do ar foi mantida em torno de  $93 \pm 5\%$  e à temperatura ambiente do laboratório, em torno de  $24 \pm 6^\circ\text{C}$ . A alta umidade no interior da caixa de isopor foi obtida através da colocação no fundo, de um pote de plástico com água, medindo 11 cm de diâmetro. Diariamente, ao longo de 20 dias, os cupins mortos foram retirados dos potes e contabilizados em ficha individual ao tratamento correspondente. A temperatura e a umidade relativa do ar também foram medidas e registradas, diariamente com auxílio de um termohigrômetro, marca Thermo Hygro, mantido permanentemente no interior da caixa de isopor.

Após a última observação, analisou-se também o consumo do substrato (papelão) através da pesagem individual após a secagem em estufa de ventilação forçada a 105°C por 24 horas. A quantidade consumida foi obtida subtraindo-se do peso inicial o peso final de cada substrato.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 7 tratamentos e 5 repetições e as variáveis avaliadas foram a mortalidade e o consumo de substrato.

Foi feita a análise de variância das variáveis avaliadas e em seguida a comparação de médias pelo teste de Dunnett adotando-se 5% de probabilidade. As porcentagens de mortalidade foram transformadas para  $\arcsen\sqrt{x}$ . Antes da análise da variância foi verificada homogeneidade das variâncias pelo teste de Cochran e a normalidade dos erros pelo teste de Lilliefors (STEEL & TORRIE, 1980). Para a análise dos dados foi utilizado o programa estatístico SAEG versão 9.1 – 2007.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância da mortalidade indicou diferenças altamente significativas para os extratos vegetais pelo teste F (Tabela 4 e anexos). *M. azedarach*, *M. urundeuva* e *T. grandis* foram eficazes no controle de *C. gestroi*, enquanto *L. leucocephala*, *A. polyneuron* e *C. guianensis* não diferiram da testemunha. O efeito bioinseticida de *M. azedarach* foi responsável por 100% de mortalidade dos cupins após 20 dias de exposição (Figura 23). Confirmando afirmação feita por MARANHÃO (1954), de que as folhas possuem propriedades termiticidas, incluindo essa planta em uma lista de plantas inseticidas. LINN & WANG (1988) verificaram a eficácia da aplicação do extrato de folhas de *M. azedarach*, que resultou em 70% de mortalidade para os cupins *Coptotermes formosanus* e *Odontotermes formosanus* após sete dias de exposição. Portanto, a utilização das folhas no presente experimento, refletiu nos resultados positivos. Confirmando também BRUNHEROTTO & VENDRAMIM (2001), pois constataram que as folhas de cinamomo apresentaram maior bioatividade sobre a traça do tomateiro (*Tuta absoluta*), vindo a seguir os frutos verdes, os ramos e os frutos maduros. Um dos principais compostos ativos do cinamomo é a Azaradactina, um tripereno, mais especificamente um liminóide, que tem ação tóxica, com potencial para uso em programas de controle de pragas (CARPINELLA et al., 2003).

**Tabela 4:** Número de *C. gestroi* mortos ( $\bar{x} \pm EP$ ) e da porcentagem de mortalidade após 20 dias (n = 5) quando oferecido papelões tratados com extratos vegetais.

Tratamentos	Cupins mortos Nº ( $\pm EP$ )	Mortalidade % ( $\pm EP$ )	
<i>Melia azedarach</i>	13,00 $\pm$ 0,00	100,00 $\pm$ 0,00	*
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	13,00 $\pm$ 0,00	100,00 $\pm$ 0,00	*
<i>Tectona grandis</i>	12,40 $\pm$ 0,60	95,38 $\pm$ 4,62	*
<i>Leucaena leucocephala</i>	9,00 $\pm$ 5,53	69,24 $\pm$ 18,99	
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	8,40 $\pm$ 5,08	64,62 $\pm$ 17,48	
<i>Carapa guianensis</i>	4,20 $\pm$ 5,02	32,31 $\pm$ 17,29	
Testemunha	4,00 $\pm$ 2,35	30,77 $\pm$ 18,04	
Média geral $\pm$ (EP)	9,15 $\pm$ 0,88	70,33 $\pm$ 6,70	
CV(%)		38,29	

\* Valores significativamente diferentes da testemunha pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação ao consumo do papelão, verificamos pela análise de variância, diferenças altamente significativa pelo teste F para os tratamentos (anexos). Apenas o consumo de 3,53% do papelão com extrato de *M. azedarach* não diferiu do consumo de 5,06% do papelão com água destilada. O consumo dos demais extratos foi menor que o consumo da testemunha, demonstrando não haver influência negativa do substrato papelão sobre o consumo e a mortalidade de *C. gestroi* (Tabela 5). O alto consumo do extrato *M. azedarach* não concorda com CARPINELLA et al. (2003) que relataram que a Azaradactina funciona também como um inibidor alimentar e com NATAN & SEHOO (2006), que observaram uma diminuição significativa do consumo com conseqüente redução do seu peso em larvas de *Hyblaea puera* Cramer (Lepidoptera: Hyblaeidae). No entanto esses autores utilizaram extratos metanólicos de folhas e sementes de *M. azedarach*, enquanto neste trabalho foi utilizado extrato aquoso.

Entre os três extratos com ação eficaz sobre *C. gestroi*, *M. azedarach* parece não ter provocado repelência, mas a mortalidade de 100% dos cupins foi nos primeiros 12 dias. Tempo mais longo que os sete dias verificados por LIN & WANG (1988) atingindo 90% de mortalidade ao utilizar extrato metanólico das folhas de *M. azedarach* contra as espécies de cupins *Coptotermes formosanus* e *Odontotermes formosanus*. Portanto, além de espécies diferentes de cupins esses autores também utilizaram extratos metanólicos, o que provavelmente disponibilizou substâncias distintas das ativas neste experimento, em que se utilizou o extrato aquoso.

O extrato aquoso de *M. urundeuva* também causou mortalidade de 100% a *C. gestroi*. Não foram encontrados trabalhos na literatura testando extratos aquosos das folhas *M. urundeuva* como inseticida. Porém, o potencial inseticida da madeira foi confirmado sobre larvas do *Aedes aegypti* no estágio L<sub>4</sub>, a partir de um isolado do constituinte da madeira, a lectina, que revelou que a dose letal para matar 50% das larvas (LC<sub>50</sub>), no período de 24 horas, foi de 40 ppm (partes por milhão), indicando uma alta toxicidade para as larvas L<sub>4</sub> (SÁ, 2008). Quando a madeira foi exposta à ação dos fungos *Postia placenta* e *Neolentinus lepideus* e do cupim *Nasutitermes corniger* teve o cerne mais resistente e o alburno menos resistente (PAES, et al., 2002). A atividade de *M. urundeuva* como inseticida pode também ser explicada por apresentar em sua composição, compostos fenólicos, óleos essenciais, taninos nas cascas e alcalóides (KATO & AKISUE, 2002; CAVALCANTE et al., 2006). Por outro lado, o efeito inseticida que *M. urundeuva* causou em *C. gestroi* foi diferente do encontrado para mosca-branca (*Bemisia tabaci*) por CAVALCANTE et al. (2006), pois não causou mortalidade significativa e nem redução da fertilidade. Portanto, a atividade inseticida de *M. urundeuva* para *C. gestroi* foi eficiente no presente experimento, já que através do consumo de 2,35% do extrato, considerado baixo em relação à testemunha, atingiu em 14 dias de bioensaio, 100% de mortalidade na concentração de 10% (Tabelas 4 e 5 e Figura 23).

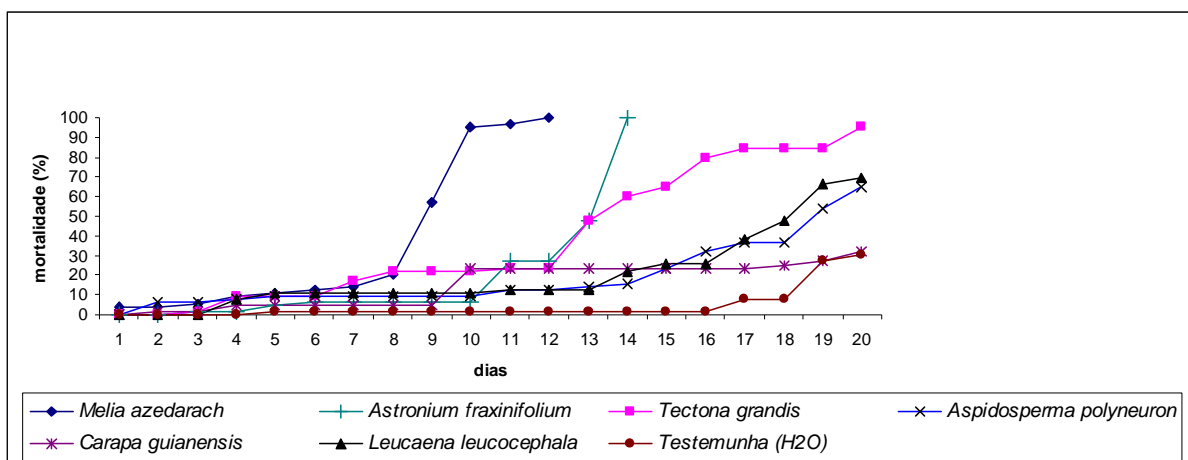
**Tabela 5:** Consumo de papelão ( $\bar{x} \pm EP$  em mg e porcentagem) tratado com extratos vegetais, após 20 dias (n = 5).

Tratamentos	Consumo (mg)	Porcentagem consumida (%)	
Testemunha	29,67 ± 4,20	5,06	
<i>Melia azedarach</i>	16,84 ± 1,63	3,53	
<i>Tectona grandis</i>	13,74 ± 3,83	2,26	*
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	12,98 ± 1,95	2,35	*
<i>Carapa guianensis</i>	11,66 ± 3,30	2,58	*
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	11,22 ± 2,86	2,75	*
<i>Leucaena leucocephala</i>	7,62 ± 2,51	1,59	*
Média geral ± (EP)	14,38 ± 1,47		
CV(%)	43,95		

\* Valores significativamente diferentes da testemunha pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade.

O extrato de *T. grandis* apresentou atividade bioinseticida, causando 95,38% de mortalidade após 20 dias de exposição (Tabela 4 e Figura 23). A efetividade de *T. grandis* se deve provavelmente ao composto ativo antraquinona, que lhe confere propriedades antitermíticas (SIMATUPANG et al., 1996). A eficiência do extrato de *T. grandis* se traduz no baixo consumo, resultando em alta mortalidade (Tabelas 4 e 5). SUPRIANA et al. (1983) verificaram que o extrato da madeira de *T. grandis* quando impregnado em madeira susceptível ao *Cryptotermes* e ao *Coptotermes* aumenta a resistência ao ataque desses cupins, causando repelência. Extratos de folhas também apresentam efeito alelopático, inibindo a germinação de sementes de várias espécies florestais (SADHNA et al., 1999; CHANNAL et al., 2000; CHANNAL et al., 2002) e a madeira é

altamente resistente ao ataque de cupins, conforme verificado por GRACE (1998), ROSZAINI et al. (2006) e PAES et al. (2007).



**Figura 23** – Gráfico do tempo em dias para a mortalidade (%) de *C. gestroi* exposto a extratos vegetais com ação bioinseticida ao final de 20 dias.

O extrato de *L. leucocephala* provocou mortalidade de 69,24%, insuficiente para o controle de *C. gestroi* (Tabela 4). Entretanto, CAVALCANTE et al. (2006) verificaram a eficiência do extrato aquoso de folhas de *L. leucocephala* para o controle da mosca-branca (*Bemisia tabaci*), considerando a planta um inseticida botânico. Extratos de folhas frescas ou cozidas de *L. leucocephala* na concentração de 10%, também apresentaram eficácia no controle de nematóides (GREWAL & SOHI, 1988), atingindo 100% de mortalidade após 48 horas de exposição. A atividade inseticida reduzida provavelmente se deu em razão do baixo consumo de *L. leucocephala* que possui taninos flavofênicos em sua composição, considerados redutores digestivos (CAVALCANTE et al., 2006) (Tabela 5). Segundo MELLO & SILVA-FILHO (2002), os taninos agem como um mecanismo de barreira da planta, tornando-a impalatável e inibindo o seu consumo. O crescimento e a sobrevivência de insetos são reduzidos pela inativação das enzimas digestivas e a criação de um complexo de taninos-proteínas de difícil digestão. Dessa forma, o extrato de folhas da leucena não seria indicado para o controle do cupim subterrâneo, mas a impalatabilidade do mesmo poderia ser explorada no tratamento preventivo de madeiras.

O extrato de *A. polyneuron* não foi eficiente no controle de *C. gestroi* e seu consumo foi baixo (Tabelas 4 e 5). Também parece não ter exercido ação sobre os protozoários que fazem simbiose com *C. gestroi*. CORNÉLIO et al. (2004), verificaram que *A. polyneuron* possui um óleo essencial constituído do diterpenóide kaurene na concentração de 73,7%, com ação antimicrobiana para bactérias gram-positivas. Porém a utilização de extratos de estruturas de *A. polyneuron* para o controle de insetos carece de mais estudos.

Segundo ABREU & SILVA (2000) a madeira de *C. guianensis* é resistente ao ataque de *Nasutitermes macrocephalus* e *Nasutitermes surinamensis* (Isoptera: Termitidae). O óleo da sua semente tem efeito repelente para forídeos, que são pragas de abelhas (FREIRE et al., 2006). Entretanto o extrato de suas folhas, pela ausência de compostos tóxicos ou pela indisponibilidade dos mesmos, foi pouco consumido e não apresentou atividade inseticida para *C. gestroi* (Tabelas 4 e 5).

#### 4. CONCLUSÕES

Dentre os extratos eficazes no controle de *C. gestroi*, *M. azedarach* teve ação mais rápida, entretanto com maior consumo de papelão. *M. urundeuva* e *T. grandis* foram menos consumidos e também eficazes no controle de *C. gestroi*, entretanto isso se deu em maior tempo.

## 5 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ABREU, R. L. S. de, SILVA, K. E. S. da. Natural resistance of ten Amazonian wood species to attack by *Nasutitermes macrocephalus* and *N. surinamensis* (Isoptera: Termitidae). **Revista Arvore**, v. 24, n. 2, p. 229-234, 2000.
- ALMEIDA, J. E. M., BATISTA-FILHO, A., ALVES, S. B., SHITARA, T. Avaliação de inseticidas e fungos entomopatogênicos para o controle de cupins subterrâneos da cana-de-açúcar. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 3, p. 347-353, 2003.
- AMBROZIN, A. R. P., LEITE, A. C., BUENO, F. C., VIEIRA, P. C., FERNANDES, J. B., BUENO, O. C., SILVA, M. F. DAS G. FERNANDES, PAGNOCCA, F. C. M., HEBLING, J. A. AND BACCI-JUNIOR, M. Limonoids from andiroba oil and *Cedrela fissilis* and their insecticidal activity. **Journal of Brazilian Chemical Society**, v.17, n.3, p. 542-547, May/June, 2006.
- BOIÇA-JÚNIOR, A.L., MEDEIROS, C.A.M., TORRES, A.L., CHAGAS FILHO, N.R.. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em couve. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.72, n.1, p.45-50, jan./mar., 2005.
- BOTELHO, M. A. **Estudo do efeito do gel de alecrim pimenta (*Lippia sidoides*) aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) e seus princípios ativos isolados na doença periodontal experimental**. 2007. 97 f. Tese (Doutorado em Ciências Médicas). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- BRUNHEROTTO, R. E VENDRAMIM, J. D. Bioactivity of Aqueous Extracts of *Melia azedarach* L. on Tomato Pinworm *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 3, p. 455-460, 2001.
- CABRERA, R. R., LELIS, A. T., BERTI FILHO, E. Ação de extratos das madeiras de ipê (*Tabebuia* sp., Bignoniaceae) e de Itaúba (*Mezilaurus* Sp., Lauraceae) Sobre o Cupim-de-Madeira-Seca *Cryptotermes Brevis* (Isoptera, Kalotermitidae). **Arquivos do Instituto de Biologia**, São Paulo, v.68, n.1, p.103-106, jan./jun., 2001.
- CARPINELLA, M. C, DEFAGO, M. T, VALLADARES, G, PALACIOS, S. M. Antifeedant and insecticide properties of a limonoid from *Melia azedarach* (Meliaceae) with potential use for pest management. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 2, p. 369-374, 2003.
- CASTIGLIONI, E, VENDRAMIM, J. D, ALVES, S. B. Effect of the association of Meliaceae by products and entomopathogenic fungi on the survival of *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) (Isoptera, Rhinotermitidae). **Agrociencia Montevideo**. v. 9, n. 1-2, p. 347-356, 2005.
- CAVALCANTE, G. M., MOREIRA, A. F. C. E VASCONCELOS, S. D. Potencialidade inseticida de extratos aquosos de essências florestais sobre mosca-branca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.1, p. 9-14, jan. 2006.
- CHANNAL, H. T, KURDIKERI, M. B, HUNSHAL, C. S, SARANGAMATH, P. A, PATIL, S. A. Allelopathic influence of tree leaf extracts on greengram and pigeonpea. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v. 15, n. 2, p. 375-378, 2002.
- CHANNAL, H. T, KURDIKERI, M. B, SARANGAMATH, P. A. Allelopathic effect of tree leaf extracts on germination of sorghum and rice. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v. 13, n. 2, p. 338-342, 2000.
- CONSTANTINO, R. The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. **Journal of Applied Entomology**, v. 126, p. 355-365, 2002.

- CORNELIO, M. L, LAGO, J. H. G, MORENO, P. R. H, HENRIQUES, A. T, LIMBERGER, R. P. Essential oil from *Aspidosperma polyneuron* Muell. Arg. leaves. **Journal of Essential Oil Research**, v. 16, n. 3, p. 246-247, 2004.
- COSTA-LEONARDO, A. M. & CAMARGO-DIETRICH, C. R. R. Território e população de forrageio de uma colônia de *Coptotermes gestroi* (Isoptera, Rhinotermitidae) em meio urbano. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.66, n.2, p. 99 –105, jul./dez. 1999.
- DIÓGENES, M. J. N. E MATOS, F. J. DE A. Dermatite de contato por plantas. (DCP). **Anais Brasileiros de Dermatologia**. v. 74, n. 6, p. 629-634. nov./dez.1999.
- FERNANDES, P. M., CZEPAK, C., VELOSO, V. R. S. Cupins de montículos em pastagens: prejuízo real ou praga estética? In: FONTES, L. R., BERTI . FILHO, E. (Ed.). **Cupins o desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 512 p.
- FRANCO, A. A. & SOUTO, S. M. ***Leucaena leucocephala* – Uma leguminosa com múltiplas utilidades para os trópicos**. Comunicado técnico, EMPRAPA. Biologia do Solo – UAPNPBS, n. 2, 1986, 7 p.
- FREIRE, D. da C. B., BRITO-FILHA, C. R. da C., CARVALHO-ZILSE G. A.. Efeito dos óleos vegetais de andiroba (*Carapa* sp.) e Copaíba (*Copaifera* sp.) sobre forídeo, pragas de colméias (Diptera: Phoridae) na Amazônia Central. **Acta amazônica**, v. 36, n. 3, p. 365-368, 2006.
- GONÇALVES, M. E. de C., OLIVEIRA, J. V.de, BARROS, R., LIMA, M. P. L.de. Extratos Aquosos de Plantas e o Comportamento do Ácaro Verde da Mandioca. **Scientia Agricola**, v.58, n.3, p.475-479, jul./set. 2001.
- GRACE, J. K, WONG, A. H. H, TOME, C. H. M. **Termite resistance of Malaysian and exotic woods with plantation potential: laboratory evaluation**. Document International Research Group on Wood Preservation, (IRG/WP/98. 10280). 1998. 7 p.
- GREWAL, P. S, SOHI, H. S. Toxicity of some plant extracts to *Aphelenchoides composticola*. **Indian Journal of Nematology**, v. 18, n. 2, p. 354-355, 1988.
- HANIF, G., CHAUDHRY, M. I., FAROOQ, M., RAHMATULLAH, J. Preliminary studies on antitermitic properties of common woods of Pakistan and their extractives. **Pakistan Journal of Forestry**. v. 38, n. 3, p. 167-173, 1988.
- HENDERSON, G., LAINE, R. A., HEUMANN, D. O., CHEN, F., ZHU, B. C. R. **Vetiver Oil Extracts as Termite Repellent and Toxicant**. World intellectual property organization. Publication Number: WO/2001/028343. International Application No.: PCT/US2000/029006. Publication Date: 26.04.2001.
- KATO, E. T. M., AKISUE, G. Estudo farmacognóstico de cascas *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Revista Lecta**, v. 20, n. 1, p. 69-76, jan./jun. 2002.
- LIN, T. S, WANG, C. L. The anti. termite properties of extracts from *Melia azedarach* Linn. **Bulletin of the Taiwan Forestry Research Institute**, v. 3, n. 4, p. 255-261, 1988.
- LOGAN, J. W. M., COWIE, R. H., WOOD, T. G. Termite (Isoptera) control in agriculture and forestry by nonchemical methods: a review. **Bulletin of entomological research**. v. 80, p. 309-330, 1990.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Editora Plantarum, SP, 1992. 368 p.
- MAJUMDAR, M., NAYEEM, N., KAMATH, J.V., ASAD, M. Evaluation of *Tectona grandis* leaves for wound healing activity. **Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences**. v. 20, n. 2, 120-124, 2007.

- MARANHÃO, Z. C. Plantas inseticidas. **Revista de Agricultura**, v. 29, n. 3-4, p. 113-121, 1954.
- MELLO, M. O., SILVA-FILHO, M. C. Plant. insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.14, n.2, p.71-81, 2002.
- MÉNDEZ, M. DEL C., ELIAS, F., CORREA, F. R., GIMENO, E. J. E PORTIANSKY, E. L. Intoxicação experimental com frutos de *Melia azedarach* (Meliaceae) em suínos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v. 26, n. 1, p.26. 30, jan./mar. 2006.
- NATHAN, S. S., SEHOON, K. Effects of *Melia azedarach* L. extract on the teak defoliator *Hyblaea puera Cramer* (Lepidoptera : Hyblaeidae). **Crop Protection**, v. 25, n. 3, p. 287-291, 2006.
- OMENA, M. L. R. De A. Ensaio etnofarmacológico de espécies vegetais com ação no sistema nervoso central, originárias do bioma caatinga. **Saúde & Ambiente em Revista**, v. 2, n. 2, p. 92-107, 2007.
- PAES, J. B., MELO, R. R. de, LIMA, C. R. DE, OLIVEIRA, E. de. Resistência natural de sete madeiras ao cupim subterrâneo (*Nasutitermes corniger* Motsch.) em ensaio de preferência alimentar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, n.1, p.57-62, 2007.
- PAES, J. B., MORAIS, V. DE M., LIMA, C. R. de. Resistência das madeiras de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), cássia (*Senna siamea* *Siamea*) e ipê (*Tabebuia abebuia impetiginosa*) a fungos e cupins xilófagos, em condições de laboratório. **Floresta e Ambiente**, v. 9, n.1, p.135 - 144, jan./dez. 2002.
- PARIHAR, D. R. Field evaluation of natural resistance of timber and fuel wood against termite attack. **Annals of Arid Zone**. v. 36, n. 1, p. 61-64, 1997.
- PINTO, A. C., SILVA, D. H. S., BOLZANI, V. DA S., LOPES, N. P., EPIFANIO, R. DE A. Produtos Naturais: Atualidade, Desafios e Perspectivas. **Química. Nova**, v. 25, n. 1, p. 45-61, 2002.
- QUEIROZ, C. R. A. dos A., MORAIS, S. A. L. de & NASCIMENTO, E. A. do. Caracterização dos taninos da aroeira-preta (*Myracrodruon urundeuva*). **Revista Árvore**. v. 26 n. 4, 2002.
- ROEL, A. R. Utilização de Plantas com Propriedades Industriais, uma contribuição para o Desenvolvimento Rural Sustentável. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**. v. 1, n. 2, p. 43-50, Mar. 2001.
- ROSALES, E. A. C. **Efeito de derivados de meliáceas e isolados de fungos entomopatogênicos sobre o cupim subterrâneo *Heterotermes teunis* (Hagen, 1858) (Isoptera, Rhinotermitidae)**. 2002. 143 f. Tese (Doutorado em Entomologia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Piracicaba.
- ROSZAINI, K., SALMIAH, U., MOHD-DAHLAN, J. Natural resistance of timbers to termite attack: laboratory evaluation of the resistance of Malaysian wood against *Coptotermes curvignathus* (Holmgren). **Journal of the Institute of Wood Science**. v. 17, n. 3, p. 178-182, 2006.
- SÁ, R. A. **Constituintes químicos da madeira de lei *Myracrodruon urundeuva* com propriedades antioxidantes e ação contra fungos, bactérias e insetos**. 2008. Tese (Doutorado em Química Fundamental), Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco.
- SADHNA, T., ASHUTOSH, T., KORI, D. C. Allelopathic evaluation of *Tectona grandis* leaf, root and soil aqueous extracts on soybean. **Indian Journal of Forestry**, v. 22, n. 4, p. 366-374, 1999.
- SALLES, L. A., RECH, N. L. Efeito de Extratos de Nim (*Azadiractha indica*) e Cinamomo (*Melia azedarach*) sobre *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera:Tephritidae). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 5, n. 3, p. 225-227. set dez, 1999.

- SIMATUPANG, M. H, ROSAMAH, E, YAMAMOTO, K E. D, RASHID, A., A. M, RAHIM, A. N., AMINUDDIN, M., SUSEE, L., HANHOY, WONG, KEANCHOON, KHOO. **Importance of teakwood extractives to wood properties and tree breeding.** In: Forestry and forest products research: proceedings of the third conference, October. 3/ 4/1995, FRIM, Kepong. v. 2, p. 235-246, 1996.
- SOUZA, A. P. de, VENDRAMIM, J. D. Efeito de Extratos Aquosos de Meliáceas sobre *Bemisia Tabaci* Biótipo B em Tomateiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 71, n. 4, p. 493-497, out./dez., 2004.
- STEEL, R. G. D. E TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics.** A biometrical Approach. 2ª. ed., Mc-Graw Hill Book Company, New York. 1980. 633 p.
- SUMTHONG, P., DAMVELD, R. A., CHOI, Y. H., ARENTSHORST, M., RAM, A. F. J., HONDEL, C. A. M. J. J. VAN DEN, VERPOORTE, R. Activity of quinones from teak (*Tectona grandis*) on fungal cell wall stress. **Planta Medica**, v. 72, n. 10, p. 943-944, 2006.
- SUPRIANA, N. Feeding preference behaviour of *Cryptotermes cynocephalus* Light and *Coptotermes curvignathus* Holmgren on twenty eight tropical timbers. **Jurnal Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.**, v. 4, n. 2, p. 1-5, 1988.
- SUPRIANA, N. The effect of wood extracts on the behaviour of termites. **Duta Rimba**, v. 9, n. 59-60, p. 24-33, 1983.
- THOMAZINI, A. P. DE B. W., VENDRAMIM, J. D., LOPES, M. T. DO R. Extratos aquosos de *Trichilia pallida* e a traça-do-tomateiro. **Scientia Agrícola**, v.57, n.1, p. 13-17, jan./mar., 2000.
- TORRES, A. L., BARROS, R., OLIVEIRA, J. V. de. Efeito de Extratos Aquosos de Plantas no Desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 1, p. 151-156, 2001.
- UMEH, V. C., IVBIJARO, M. F. Effects of termite damage to maize of seed extracts. **The Journal of Agricultural Science**, v. 133, p. 403 – 407, 1999.
- VASCONCELOS, G. J. N. de, GONDIM-JUNIOR, M. G. C., BARROS, R. Extratos aquosos de *Leucaena leucocephala* e *Sterculia foetida* no controle de *Bemisia tabaci* biotipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Ciência Rural**, v. 36, n. 5, p. 1353-1359, 2006.
- WILCKEN, C. F., RAETANO, C. G. Atualidades no controle de cupins em floresta de eucalipto. In: FONTES, L.R., BERTI FILHO, E. (Eds). **Cupins o desafio do conhecimento.** FEALQ, Piracicaba, 1998. p. 173-185.
- ZANETTI, R., CARVALHO, G. A., SILVA, A. S., SANTOS, A. DOS, GODOY, M. S. **Manejo Integrado de Cupins.** Lavras: UFLA – MG, 2002. 29 p.

## CONCLUSÕES GERAIS

1. As estacas de *Pinus* sp funcionam como isca-armadilha para cupins subterrâneos e não há uma preferência natural sob diferentes períodos de imersão em água destilada (0, 24 ou 48 horas) com 30 dias de exposição ao solo sob diversas condições ambientais no arboreto do JBRJ.
2. Os meses de setembro e março seguidos por fevereiro, maio, julho e agosto de 2007 concentraram o pico de ataque pelos cupins subterrâneos.
3. O ataque às iscas de *Pinus* sp pela espécie *C. gestroi* foi mais severo que o ataque por *H. longiceps*.
4. Os fatores ambientais tiveram destaque nos padrões de ataque às estacas de *Pinus* sp por *C. gestroi* e por *H. longiceps* com evidência para a umidade relativa do ar, umidade do solo, precipitação pluviométrica sendo que a temperatura relativa do ar, luminosidade e temperatura do solo não tiveram influência.
5. A umidade relativa do ar, umidade do solo, precipitação pluviométrica correlacionaram negativamente com o ataque às estacas de *Pinus* sp por *C. gestroi* e para *H. longiceps* a umidade relativa do ar se correlacionou negativamente e a umidade do solo se correlacionou positivamente.
6. Dentre os extratos eficazes no controle de *C. gestroi*, *M. azedarach* teve ação mais rápida, entretanto com maior consumo de papelão. *M. urundeuva* e *T. grandis* foram menos consumidos e também eficazes no controle de *C. gestroi*, entretanto isso se deu em maior tempo.

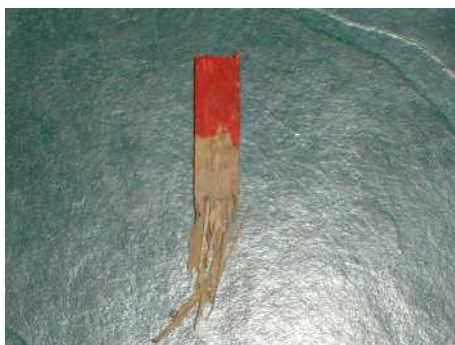
## ANEXOS

### Anexo A

**Tabela 6** - Análise de variância das médias das notas de ataque às estacas de *Pinus* sp por cupins subterrâneos em três áreas distintas no JBRJ no período de novembro de 2006 a outubro de 2007. Dados transformados para  $\sqrt{(x)}$ .

	GL	SQ	QM	F	SIG
Bloco	5	19741,864198	3948,372840	2,415	0,0351*
Tempo imersão	2	4262,077160	2131,038580	1,303	0,2725 <sup>NS</sup>
Mês	11	264769,641975	24069,967452	14,723	0,0000*
Área	2	365384,669753	182692,334877	111,745	0,0000*
Tempo imersão x Mês	22	17840,256173	810,920735	0,496	0,9747 <sup>NS</sup>
Tempo de imersão x Área	4	4236,811728	1059,202932	0,648	0,6286 <sup>NS</sup>
Mês x área	22	272656,441358	12393,474607	7,581	0,0000*
Tempo imersão x Mês x Área	44	38532,077160	875,729026	0,536	0,9940 <sup>NS</sup>
Resíduo	535	874674,135802	1634,904927		
Total corrigido	647	1862097,975309			
C. V %	27,05				

\* Significativo e <sup>NS</sup> Não-significativo a nível de 5% de probabilidade.



**Figura 24:** Estaca de Pinus atacada por cupim subterrâneo com atribuição de nota 5.



**Figura 25:** Estaca de Pinus atacada por cupim subterrâneo com atribuição de nota 2.



**Figura 26:** Estaca de Pinus atacada por cupim subterrâneo com atribuição de nota 4.

## Anexo B

**Tabela 7** - Análise de variância da média percentual do número de cupins mortos em relação ao total de cupins dentro de cada tratamento. Dados transformados para  $\arcsen \sqrt{x}$ .

	GL	SQ	QM	F	SIG
Extratos	6	5,397922	0,8996537	4,708	0,00198*
Resíduo	28	5,350611	0,1910932		
Total	34	10,748533			
C.V %	38,292				

\* Significativo a nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 8** - Análise de variância da média percentual do consumo de papelão, impregnado com extrato vegetal ou água destilada, por cupins em relação ao total de cupins dentro de cada tratamento. Dados originais.

	GL	SQ	QM	F	SIG
Consumo	6	1293,262	215,5437	5,080	0,00133*
Resíduo	27	1145,547	42,42769		
Total	33	2438,809			
C.V %	45,289				

\* Significativo a nível de 5% de probabilidade.



**Figura 27** - Potes plásticos contendo papelão corrugado impregnado de extratos vegetais, areia umedecida com água destilada e cupins *C. gestroi* no interior de caixa de isopor. Medição de temperatura relativa do ar e umidade do ar com aparelho Termohigrometro no Laboratório de Fitossanidade do JBRJ.