

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

DISSERTAÇÃO

Aspectos Ecológicos e Comportamentais do
Cupim Subterrâneo Asiático *Coptotermes gestroi*
Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae)

Henrique Noronha Figueiredo de Brito

2004



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**ASPECTOS ECOLÓGICOS E COMPORTAMENTAIS DO CUPIM
SUBTERRÂNEO ASIÁTICO *Coptotermes gestroi* Wasmann
(ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE)**

HENRIQUE NORONHA FIGUEIREDO DE BRITO

Sob a orientação do professor
Eurípedes Barsanulfo Menezes

Dissertação submetida como
requisito parcial para obtenção do
grau de *Mestre em Ciências*,
Fitotecnia.

Seropédica, RJ
Junho de 2004

595.736

B862a

T

Brito, Henrique Noronha Figueiredo, 1978 -
 Aspectos ecológicos e comportamentais do
 cupim subterrâneo asiático, *Coptotermes*
 gestroi Holmgren (Isoptera:Rhinotermitidae)
 / Henrique Noronha Figueiredo Brito.- 2004.
 84 f. : il.

Orientador: Eurípedes Barsanulfo
 Menezes.

Dissertação (mestrado) - Universidade
 Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto
 de Agronomia.

Inclui bibliografia.

1. Térmita - Ecologia - Teses. 2.
 Térmita - Comportamento - Teses. 3.
 Térmita - Alimentos - Teses. I. Menezes,
 Eurípedes Barsanulfo, 1942-. II.
 Universidade Federal Rural do Rio de
 Janeiro. Instituto de Agronomia. III.
 Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

HENRIQUE NORONHA FIGUEIREDO DE BRITO

Dissertação submetida ao Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, como requisito parcial do grau de Mestre em Ciências, em 15 de Junho de 2004

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 15/06/2004

Eurípedes Barsanulfo Menezes (UFRRJ/IA/CIMPUR)
(Orientador)

Elen de Lima Aguiar Menezes (EMBRAPA/ AGROBIOLOGIA)
(Co-orientadora)

José Carlos Polidoro (EMBRAPA/SOLOS)

*Ao professor Eurípedes por ter confiado no meu trabalho;
A minha esposa e amiga Luciana pela dedicação e companheirismo;
A minha família por sempre me apoiar em todos os momentos da vida.*

D e d i c o

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e mãedrastra Ana, por terem me apoiado durante toda a minha vida.

Ao professor Eurípedes Barsanulfo Menezes, por ter acreditado e confiado a mim o desenvolvimento deste trabalho. Pela oportunidade em continuar no mestrado e defender minha tese. Muito obrigado!

À professora Nidia Majerowicz, por estar sempre disposta a me ajudar e por me estimular na continuidade de meus trabalhos. Por me ceder um espaço em sua sala, durante o período de dificuldades e incertezas no decorrer do mestrado e por ceder o material biológico que permitiu iniciar meus trabalhos com comportamento de cupim.

A todos professores das Ciências Fisiológicas que sempre mostraram interesse e preocupação com minha tese.

Aos professores do Departamento de Física Experimental, Ernesto e Elias, pelo entusiasmo e comprometimento em realizar um trabalho conjunto entre a física de campo magnético e comportamento de cupim, embora não tenha entrado na tese.

A pesquisadora de Embrapa Agrobiologia, Elen de Lima Aguiar Menezes por todas as sugestões que permitiram melhorar e aprimorar o desenvolvimento do meu trabalho.

Ao professor José Carlos Polidoro pelo apoio com o manejo estatístico dos dados experimentais.

Ao professor Antonio Carlos de Souza Abboud, coordenador da Pós-graduação em Fitotecnia, por ter lutado pela minha permanência no curso.

Aos membros do colegiado do Curso de Fitotecnia, por compreenderem minha situação e permitirem a conclusão do mestrado.

Ao Departamento de Solos do Instituto de Agronomia, em especial aos professores Everaldo Zonta, Marcos Basis e Manlio Silvestre por demonstrarem interesse em ajudar com o desenvolvimento dos trabalhos e pelo empréstimo de equipamentos.

Aos funcionários da Horticultura, que desde a graduação me apóiam na realização de experimentos de campo.

Aos estagiários do Centro Integrado de Controle de Pragas Urbanas e Rurais (CIMPUR): Michela, Micheles, Alice, Maristela e Hildefonso. Grande equipe!

Aos amigos da Pós-graduação: Fabiano, Cláudio, William, Roberto, Wallace, Gildevan, André, Elizangela, Mariella e Marli. Pela acolhida no alojamento, pelas corridas atrás do tarado, pelas conversas descontraídas e por toda amizade que demonstraram. Obrigado!

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por ter me ensinado uma profissão, por ter me ensinado a viver!

À CAPES, pelo auxílio financeiro.

BIOGRAFIA

Henrique Noronha Figueiredo de Brito, filho de Helio Guedes de Brito e Thereza Christina de Noronha Figueiredo, nascido em 07 de novembro de 1978, na cidade do Rio de Janeiro.

Em 1996 concluiu o 2^o grau, atual ensino médio, no Colégio Miguel Couto. Em 1997 passou no vestibular para Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

No início de 1998 começou estágio no Laboratório de Ecologia da Rizosfera do Instituto de Agronomia da UFRRJ. No mesmo ano foi selecionado para participar do programa de Iniciação Científica PIBIC/CNPq com o trabalho na linha de pesquisa em fixação de nitrogênio em soja, sendo orientado pelo professor Jorge Jacob. Paralelo à bolsa desenvolveu trabalhos com nutrição de feijão e arroz.

Em 2001, começou um novo trabalho de Iniciação Científica com nutrição e fitopatologia em tomateiro com co-orientação da professora Maria do Carmo Gorette. Após muitas greves e incertezas quanto à colação de grau, conquistou junto com sua turma (199701) um período de estudos especial dentro da greve, que lhe garantiu a formatura em fevereiro e o ingresso no mestrado em março do mesmo ano.

Iniciou o mestrado com estudos na área de seleção de plantas de adubação verde com resistência a alumínio no solo. No decorrer dos trabalhos sentiu necessidade de mudar de linha de pesquisa e buscou nova orientação. Sob a orientação do professor Eurípedes Barsanulfo Menezes em junho de 2004 defendeu sua tese na área de comportamento e ecologia de cupim.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1	
RESUMO.....	2	
ABSTRACT.....	3	
CAPÍTULO I		
MONITORAMENTO DO CUPIM SUBTERRÂNEO <i>Coptotermes gestroi</i> Wasmann (ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE) NO CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO.....		4
RESUMO.....	5	
ABSTRACT.....	6	
1. INTRODUÇÃO.....	7	
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	9	
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	14	
3.1. Considerações Finais.....	18	
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19	
CAPÍTULO II		
COMPORTAMENTO DO FORRAGEAMENTO DO CUPIM SUBTERRÂNEO ASIÁTICO <i>Coptotermes gestroi</i> Wasmann (ISOPTERA : RHINOTERMITIDAE) EM RELAÇÃO A QUATRO ESPÉCIES FLORESTAIS SOB CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO.....		21
RESUMO.....	22	
ABSTRACT.....	23	
1. INTRODUÇÃO.....	24	
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	25	
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	27	
3.1. Experimento I.....	27	
3.2. Experimento II.....	31	
3.3. Experimento III.....	31	
4. CONCLUSÃO.....	38	
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39	
6. ANEXOS.....	40	
6.1. Tabelas de Variância.....	40	
CAPÍTULO III		
COMPORTAMENTO DO CUPIM SUBTERRÂNEO ASIÁTICO <i>Coptotermes gestroi</i> Wasmann (ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE), RELATIVO A ATRATIVIDADE E O CONSUMO DE MADEIRA TRATADA COM DUAS FONTES E TRÊS DOSES DE NITROGÊNIO.....		50
RESUMO.....	51	
ABSTRACT.....	52	
1. INTRODUÇÃO.....	53	
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	55	
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	57	
3.1. Considerações Finais.....	70	
4. CONCLUSÃO.....	74	
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75	
6. ANEXOS.....	77	
6.1. Tabelas de Variância.....	77	
FIGURAS ANEXADAS.....	82	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Foto aérea da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, focalizando as áreas próximas ao Prédio Principal..... 12

Figura 2. Foto aérea da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, indicando as áreas próximas ao gramado principal, o pomar de mangueiras e a floresta..... 13

Figura 3. Monitoramento da temperatura média do solo referente a cada área estudada durante os 55 dias de experimento..... 15

Figura 4. Dados de temperatura média máxima e mínima do ano de 2003, fornecidos pela estação meteorológica Ecologia Agrícola Km 47 (PESAGRO). As setas no gráfico informam o período do experimento..... 15

Figura 5. Monitoramento da Luminosidade média referente a cada área estudada durante os 55 dias de experimento.....16

Figura 6. Dados de Umidade relativa média do ano de 2003, obtidas da estação meteorológica Ecologia Agrícola Km 47 (PESAGRO). As setas no gráfico informam o período de realização do experimento.....16

Figura 7. Monitoramento da Umidade gravimétrica média do solo referente a cada área estudada durante os 55 dias de experimento..... 17

Figura 8. Dados de Precipitação média total (mm) e evaporação média total (ml) do ano de 2003, fornecidos pela estação meteorológica Ecologia Agrícola Km 47 (PESAGRO). As setas no gráfico informam o período do experimento.....17

Figura 9. Porcentagem total de operárias de *Coptotermes gestroi*, submetidas ao tratamento com quatro tipos de serragens finas durante um período de 15 dias em laboratório. Letras diferentes dentro de uma mesma época indicam médias diferentes significativamente pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. A ausência de letras indica que não ocorreu diferença estatística entre nenhuma média. Os testes estatísticos foram feitos com dados transformados para $\sqrt{x + 1}$ 28

Figura 10. Porcentagem total de indivíduos de *Coptotermes gestroi*, submetidos ao tratamento com quatro tipos de serragens finas durante um período de 15 dias em laboratório. Letras diferentes dentro de uma mesma época indicam médias diferentes significativamente pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. A ausência de letras indica que não ocorreu diferença estatística entre nenhuma média. Os testes estatísticos foram feitos com dados transformados para $\sqrt{x + 1}$ 28

Figura 11. Porcentagem total de indivíduos vivos de *Coptotermes gestroi*, em relação ao total encontrado dentro de cada tratamento, submetidos ao tratamento com quatro tipos de serragens finas durante um período de 15 dias em laboratório. Letras diferentes

dentro de uma mesma época indicam médias diferentes significativamente pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. A ausência de letras indica que não ocorreu diferença estatística entre nenhuma média. Os testes estatísticos foram feitos com dados transformados para $\sqrt{x + 1}$ 29

Figura 12. Porcentagem total de indivíduos mortos de *Coptotermes gestroi*, em relação ao total encontrado dentro de cada tratamento, submetidos ao tratamento com quatro tipos de serragens finas durante um período de 15 dias em laboratório. Letras diferentes dentro de uma mesma época indicam médias diferentes significativamente pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. A ausência de letras indica que não ocorreu diferença estatística entre nenhuma média. Os testes estatísticos foram feitos com dados transformados para $\sqrt{x + 1}$ 29

Figura 13. Porcentagem total de soldados de *Coptotermes gestroi*, submetidos ao tratamento com quatro tipos de serragens finas durante um período de 15 dias em laboratório. Letras diferentes dentro de uma mesma época indicam médias diferentes significativamente pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. A ausência de letras indica que não ocorreu diferença estatística entre nenhuma média. Os testes estatísticos foram feitos com dados transformados para $\sqrt{x + 1}$ 30

Figura 14. Média percentual de uma população de *Coptotermes gestroi* onde foram contabilizados também os cupins no interior das serragens. Os seguintes parâmetros são: Total de soldados (TSOL); Total de operárias (TOPE); Total de indivíduos (TIND); Indivíduos vivos (INDV)..... 30

Figura 15. Consumo de serragem fina durante 15 dias por uma população de cupins subterrâneos *Coptotermes gestroi* contendo 100 operárias em diversos estádios de desenvolvimento e 20 soldados. Letras diferentes indicam médias significativamente diferentes pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade..... 30

Figura 16. Gráfico geral do segundo experimento, relativo a primeira observação de uma população de *Coptotermes gestroi* nos seguintes parâmetros: Soldados Mortos (SOLM); Operárias Mortas (OPEM); Total de soldados (TSOL); Total de operárias (TOPE); Total de indivíduos (TIND); Operárias vivas (OPEV); Soldados vivos (SOLV); Indivíduos vivos (INDV) e Indivíduos mortos (INDM)..... 32

Figura 17. Gráfico geral do segundo experimento, relativo a segunda observação de uma população de *Coptotermes gestroi* nos seguintes parâmetros: Soldados Mortos (SOLM); Operárias Mortas (OPEM); Total de soldados (TSOL); Total de operárias (TOPE); Total de indivíduos (TIND); Operárias vivas (OPEV); Soldados vivos (SOLV); Indivíduos vivos (INDV) e Indivíduos mortos (INDM)..... 32

Figura 18. Gráfico geral do segundo experimento, relativo a terceira e última observação de uma população de *Coptotermes gestroi* nos seguintes parâmetros: Soldados Mortos (SOLM); Operárias Mortas (OPEM); Total de soldados (TSOL); Total de operárias (TOPE); Total de indivíduos (TIND); Operárias vivas (OPEV); Soldados vivos (SOLV); Indivíduos vivos (INDV) e Indivíduos mortos (INDM)..... 32

Figura 19. Gráfico do segundo experimento, relativo a porcentagem de indivíduos vivos de uma população de *Coptotermes gestroi* durante 9 dias de experimento de laboratório. A ausência de letras sobre os gráficos em coluna indica que não ocorreu diferença estatística significativa entre as médias observadas em cada serragem comparando-se dentro da mesma época, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade....33

Figura 20. Gráfico geral do experimento contendo os tratamentos Pinus + Pinus, Cedrinho + Pinus, Angelim + Pinus, Maçaranduba + Pinus e Ipê + Pinus. Primeira época de observação de uma população de *Coptotermes gestroi* Letras minúsculas diferentes dentro do mesmo parâmetro indicam médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. A ausência de letras indica média igual pelo mesmo teste..... 33

Figura 21. Gráfico geral do experimento contendo os tratamentos Pinus + Pinus, Cedrinho + Pinus, Angelim + Pinus, Maçaranduba + Pinus e Ipê + Pinus. Segunda época de observação (aos 4 dias) de uma população de *Coptotermes gestroi*. Letras minúsculas diferentes dentro do mesmo parâmetro indicam médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. A ausência de letras indica média igual pelo mesmo teste..... 34

Figura 22. Gráfico geral do experimento contendo os tratamentos Pinus + Pinus, Cedrinho + Pinus, Angelim + Pinus, Maçaranduba + Pinus e Ipê + Pinus. Terceira época de observação (aos 7 dias) de uma população de *Coptotermes gestroi*. Letras minúsculas diferentes dentro do mesmo parâmetro indicam médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. A ausência de letras indica média igual pelo mesmo teste.....34

Figura 23. Percentagem de indivíduos ativos durante as épocas de observação.....36

Figura 24. Gráfico geral do experimento contendo os tratamentos Pinus + Pinus, Cedrinho + Pinus, Angelim + Pinus, Maçaranduba + Pinus e Ipê + Pinus. Quarta época de observação (aos 10 dias) de uma população de *Coptotermes gestroi*. Letras minúsculas diferentes dentro do mesmo parâmetro indicam médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. A ausência de letras indica média igual pelo mesmo teste..... 36

Figura 25. Gráfico geral do experimento contendo os tratamentos Pinus + Pinus, Cedrinho + Pinus, Angelim + Pinus, Maçaranduba + Pinus e Ipê + Pinus. Quinta época de observação (aos 13 dias) de uma população de *Coptotermes gestroi*. Letras minúsculas diferentes dentro do mesmo parâmetro indicam médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. A ausência de letras indica média igual pelo mesmo teste.....37

Figura 26. Gráfico do consumo (g) apenas da madeira Pinus, associada a cada tratamento(Pinus + Pinus, Cedrinho + Pinus, Angelim + Pinus, Maçaranduba + Pinus e Ipê + Pinus). Letras minúsculas diferentes indicam médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.....37

- Figura 27.** Gráfico do consumo (g) total das madeiras contidas dentro de cada tratamento (Pinus + Pinus, Cedrinho + Pinus, Angelim + Pinus, Maçaranduba + Pinus e Ipê + Pinus). Letras minúsculas diferentes indicam médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.....37
- Figura 28.** Média de desenvolvimento do fungo *Metarhizum sp.* sobre as estacas. Notas de desenvolvimento do fungo: 1 - Ausência do fungo sobre a estaca; 2 - Presença do fungo distribuído pontualmente sobre a estaca; 3 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e 4 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e crescimento em espessura..... 58
- Figura 29.** Curva de regressão significativa a 5% de probabilidade no teste de análise de variância da regressão, para o parâmetro porcentagem de operárias mortas dentro do tratamento controle.....58
- Figura 30.** Curva de regressão significativa a 5% de probabilidade no teste de análise de variância da regressão, para o parâmetro porcentagem de soldados mais operários mortos dentro do tratamento controle.....58
- Figura 31.** Experimento de laboratório, observado 1 dia após o início da montagem. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparando-se dentro da mesma dose e no mesmo parâmetro. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x + 1}$. (I) = Erro padrão.....59
- Figura 32.** Média percentual do número de soldados mais operários em relação ao total presente em cada momento (descontando os mortos do total) durante os 13 dias de experimento. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparando-se dentro da mesma dose e no mesmo parâmetro. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x + 1}$. (I) = Erro padrão.....59
- Figura 33.** Experimento de laboratório, observado 1 dia após o início da montagem, testando o comportamento de uma população de 100 operárias e 20 soldados do cupim *Coptotermes gestroi*. Média de desenvolvimento do fungo *Metarhizum sp.* sobre as estacas submetidas aos referidos tratamentos. Notas de desenvolvimento do fungo: 1 - Ausência do fungo sobre a estaca; 2 - Presença do fungo distribuído pontualmente sobre a estaca; 3 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e 4 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e crescimento em espessura.....60
- Figura 34.** Média percentual do número de soldados em relação ao total presente em cada momento (descontando os mortos do total) durante os 13 dias de experimento. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparando-se dentro da mesma dose o. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x + 1}$. (I) = Erro padrão.....60

Figura 35. Média percentual do número de soldados vivos em relação ao total presente em cada tratamento durante os 13 dias de experimento. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparando-se dentro da mesma dose. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x+1}$. (I) = Erro padrão.....61

Figura 36. Média percentual do número de soldados mais operários vivos em relação ao total presente em cada tratamento durante os 13 dias de experimento. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparando-se dentro da mesma dose. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x+1}$. (I) = Erro padrão.....61

Figura 37. Experimento de laboratório, observado 4 dias após o início da montagem. Média de desenvolvimento do fungo *Metarhizum sp.* sobre as estacas submetidas aos referidos tratamentos. Notas de desenvolvimento do fungo: 1 - Ausência do fungo sobre a estaca; 2 - Presença do fungo distribuído pontualmente sobre a estaca; 3 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e 4 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e crescimento em espessura.....62

Figura 38. Média percentual do número de operárias vivas em relação ao total presente em cada tratamento durante os 13 dias de experimento. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparando-se dentro da mesma dose. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x+1}$. (I) = Erro padrão.....62

Figura 39. Porcentagem total de operárias dentro do tratamento com Sulfato de Amônia aos 4 dias após o início do experimento. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x+1}$. (I) = Erro padrão.....65

Figura 40. Porcentagem total de soldados mais operárias dentro do tratamento com Sulfato de Amônia, aos 4 dias após o início do experimento. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x+1}$. (I) = Erro padrão.....65

Figura 41. Experimento de laboratório, observado 4 dias após o início da montagem. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparando-se dentro da mesma dose e no mesmo parâmetro. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x+1}$. (I) = Erro padrão.....65

Figura 42. Experimento de laboratório, observado 7 dias após o início da montagem. Média de desenvolvimento do fungo *Metarhizum sp.* sobre as estacas submetidas aos referidos tratamentos. Notas de desenvolvimento do fungo: 1 - Ausência do fungo sobre

a estaca; 2 - Presença do fungo distribuído pontualmente sobre a estaca; 3 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e 4 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e crescimento em espessura.....66

Figura 43. Experimento de laboratório, observado 7 dias após o início da montagem. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparando-se dentro da mesma dose e no mesmo parâmetro. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x+1}$. (I) = Erro padrão.....66

Figura 44. Porcentagem total de operárias vivas dentro do tratamento com Sulfato de Amônia aos 7 dias após o início do experimento. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x+1}$ 67

Figura 45. Porcentagem de soldados mais operárias vivos dentro do tratamento com Sulfato de Amônia aos 7 dias após o início do experimento. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x+1}$ 67

Figura 46. Porcentagem total de soldados dentro do tratamento com Sulfato de Amônia aos 7 dias após o início do experimento. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x+1}$ 67

Figura 47. Experimento de laboratório, observado 10 dias após o início da montagem. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparando-se dentro da mesma dose e no mesmo parâmetro. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x+1}$. (I) = Erro padrão.....68

Figura 48. Experimento de laboratório, observado 13 dias após o início da montagem. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparando-se dentro da mesma dose e no mesmo parâmetro. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x+1}$. (I) = Erro padrão.....68

Figura 49. Experimento de laboratório, observado 10 dias após o início da montagem. Média de desenvolvimento do fungo *Metarhizum* sp. sobre as estacas submetidas aos referidos tratamentos. Notas de desenvolvimento do fungo: 1 - Ausência do fungo sobre a estaca; 2 - Presença do fungo distribuído pontualmente sobre a estaca; 3 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e 4 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e crescimento em espessura.....69

Figura 50. Experimento de laboratório, observado 13 dias após o início da montagem. Média de desenvolvimento do fungo *Metarhizum* sp. sobre as estacas submetidas aos

referidos tratamentos. Notas de desenvolvimento do fungo: 1 - Ausência do fungo sobre a estaca; 2 - Presença do fungo distribuído pontualmente sobre a estaca; 3 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e 4 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e crescimento em espessura.....69

Figura 51. Consumo de madeira considerando-se todos os tratamentos juntos. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (I) = Erro padrão.....72

Figura 52. Gráfico comparando o consumo da madeira em relação às duas fontes de nitrogênio dentro da mesma dose. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparando-se dentro da mesma dose e no mesmo parâmetro. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (I) = Erro padrão.....72

Figura 53. Consumo de madeira dentro do tratamento com sulfato de amônia. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (I) = Erro padrão.....73

Figura 54. Consumo de madeira dentro do tratamento com Nitrato de Cálcio. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (I) = Erro padrão.....73

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Análise de variância da média percentual do número de operárias em relação ao total do experimento (TOPE). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	40
Tabela 2. Análise de variância da média percentual do número de operárias mortas em relação ao total encontrado dentro de cada tratamento (OPEM). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	40
Tabela 3. Análise de variância da média percentual do número de operárias vivas em relação ao total encontrado dentro de cada tratamento (OPEV). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	41
Tabela 4. Análise de variância da média percentual do número de soldados em relação ao total do experimento.(TSOL). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	41
Tabela 5. Análise de variância da média percentual do número de soldados mortos em relação ao total encontrado dentro de cada tratamento (SOLM). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	41
Tabela 6. Análise de variância da média percentual do número de soldados vivos em relação ao total encontrado dentro de cada tratamento (SOLV). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	42
Tabela 7. Análise de variância da média percentual do número de indivíduos (soldados e operárias) em relação ao total do experimento(TIND). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	42
Tabela 8. Análise de variância da média percentual do número de indivíduos mortos (soldados e operárias) em relação ao total dentro de cada tratamento (INDM). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	42
Tabela 9. Análise de variância da média percentual do número de indivíduos vivos (soldados e operárias) em relação ao total dentro de cada tratamento (INDV). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	43
Tabela 10. Análise de variância da média percentual do número de operárias em relação ao total do experimento (TOPE).Segundo experimento (repetição). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	43
Tabela 11. Análise de variância da média percentual do número de operárias mortas em relação ao total encontrado dentro de cada tratamento (OPEM). Segundo experimento (repetição). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	43
Tabela 12. Análise de variância da média percentual do número de operárias vivas em relação ao total encontrado dentro de cada tratamento (OPEV). Segundo experimento (repetição). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	44

Tabela 13. Análise de variância da média percentual do número de soldados em relação ao total do experimento.(TSOL). Segundo experimento (repetição). Dados transformados para $\sqrt{x + 1}$	44
Tabela 14. Análise de variância da média percentual do número de soldados mortos em relação ao total encontrado dentro de cada tratamento (SOLM). Segundo experimento (repetição). Dados transformados para $\sqrt{x + 1}$	44
Tabela 15. Análise de variância da média percentual do número de soldados vivos em relação ao total encontrado dentro de cada tratamento (SOLV). Segundo experimento (repetição). Dados transformados para $\sqrt{x + 1}$	45
Tabela 16. Análise de variância da média percentual do número de indivíduos (soldados e operárias) em relação ao total do experimento(TIND). Segundo experimento (repetição). Dados transformados para $\sqrt{x + 1}$	45
Tabela 17. Análise de variância da média percentual do número de indivíduos mortos (soldados e operárias) em relação ao total dentro de cada tratamento (INDM). Segundo experimento (repetição). Dados transformados para $\sqrt{x + 1}$	45
Tabela 18. Análise de variância da média percentual do número de indivíduos vivos (soldados e operárias) em relação ao total dentro de cada tratamento (INDV). Segundo experimento (repetição). Dados transformados para $\sqrt{x + 1}$	46
Tabela 19. Análise de variância da média percentual do número de operárias em relação ao total do experimento (TOPE). Terceiro experimento. Dados transformados para $\sqrt{x + 1}$	46
Tabela 20. Análise de variância da média percentual do número de operárias em relação ao total do experimento (OPEM). Terceiro experimento. Dados transformados para $\sqrt{x + 1}$	46
Tabela 21. Análise de variância da média percentual do número de operárias em relação ao total do experimento (OPEV). Terceiro experimento. Dados transformados para $\sqrt{x + 1}$	47
Tabela 22. Análise de variância da média percentual do número de operárias em relação ao total do experimento (TSOL). Terceiro experimento. Dados transformados para $\sqrt{x + 1}$	47
Tabela 23. Análise de variância da média percentual do número de operárias em relação ao total do experimento (SOLM). Terceiro experimento. Dados transformados para $\sqrt{x + 1}$	47
Tabela 24. Análise de variância da média percentual do número de operárias em relação ao total do experimento (SOLV). Terceiro experimento. Dados transformados para $\sqrt{x + 1}$	48
Tabela 25. Análise de variância da média percentual do número de operárias em relação ao total do experimento (TIND). Terceiro experimento. Dados transformados para	

$\sqrt{x+1}$	48
Tabela 26. Análise de variância da média percentual do número de operárias em relação ao total do experimento (INDM).Terceiro experimento. Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	48
Tabela 27. Análise de variância da média percentual do número de operárias em relação ao total do experimento (INDV).Terceiro experimento. Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	49
Tabela 28. Análise de variância da média percentual do número de operária em relação ao total de operárias do experimento (TOPE). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	77
Tabela 29. Análise de variância da média percentual do número de operária mortas em relação ao total de operárias dentro de cada tratamento (OPEM). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	77
Tabela 30. Análise de variância da média percentual do número de operária vivas em relação ao total de operárias dentro de cada tratamento (OPEV). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	78
Tabela 31. Análise de variância da média percentual do número de soldados em relação ao total de soldados do experimento (TSOL). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	78
Tabela 32. Análise de variância da média percentual do número de soldados mortos em relação ao total de soldados dentro de cada tratamento (SOLM). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	79
Tabela 33. Análise de variância da média percentual do número de soldados vivos em relação ao total de soldados dentro de cada tratamento (SOLV). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	79
Tabela 34. Análise de variância da média percentual do número de indivíduos (soldados e operárias) em relação ao total de indivíduos do experimento (TIND). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	80
Tabela 35. Análise de variância da média percentual do número de indivíduos mortos (soldados e operárias) em relação ao total de indivíduos dentro de cada tratamento (INDM) Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	80
Tabela 36. Análise de variância da média percentual do número de indivíduos vivos (soldados e operárias) em relação ao total de indivíduos dentro de cada tratamento (INDV). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$	81

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I. Detalhe da estaca que foi utilizada no experimento de campo.....	83
Anexo II. Esquema experimental com recipientes periféricos contendo as diferentes essências florestais, destacando a presença de vermiculita no recipiente central.....	84
Anexo III. Local de criação dos cupins, constituído de caixas de madeira e serragem de Pinus.....	84

INTRODUÇÃO

O cupim subterrâneo que causa os maiores prejuízos nesse país é o cupim asiático subterrâneo *C. gestroi* pertencente à família Rhinotermitidae. Seu forrageamento é um processo coletivo e deveras importante porque é composto tanto de atividades individuais, como de atividades grupais integradas. Tal processo envolve a atividade de centenas (quando não, de milhares) de indivíduos na busca e coleta do alimento, além de ser coordenado por substâncias químicas. Os cupins subterrâneos forrageiam acima e abaixo do solo, sendo que suas galerias de forrageio encontram-se conectadas ao ninho ou aos ninhos, quando se tratar de ninhos satélites.

A principal fonte de alimento dos térmitas são os materiais celulósicos e lignocelulósicos, sob várias formas (BERTI FILHO, 1995). A madeira, devido à natureza orgânica dos seus constituintes poliméricos, pode ter sua durabilidade comprometida (LA FAGE, 1986) por esses insetos. Além disso, os térmitas são importantes devido ao grande número de espécies, bem como por causarem sérios prejuízos na agricultura, em florestas, árvores frutíferas e em produtos estocados (CHHOTANI, 1983; FONTES & ARAUJO 1999).

Em laboratório, a mortalidade e o forrageamento da madeira são afetados por inúmeros fatores intrínsecos e extrínsecos incluindo temperatura, umidade e o tamanho do grupo (ESENTER, 1977). CAMARGO-DIETRICH & COSTA-LEONARDO (2000), estudando *Heterotermes tenuis* em laboratório concluíram que o comportamento da população difere em diferentes ocasiões e que os fatores que governam o comportamento de agressividade são muito complexos e dependem tanto de características individuais como ambientais.

Segundo BRUNE (1998) a digestão dos cupins é auxiliada parcialmente pela capacidade enzimática dos mesmos e parcialmente através de relações simbióticas com microorganismos. O aparelho digestivo da maioria dos animais abriga microorganismos anaeróbicos que despolimerizam e fermentam desde polissacarídeos até ácidos graxos. Atualmente, se aceita que todos os cupins (incluindo aqueles contendo protozoários degradadores de celulose no intestino posterior) possuem enzimas celulasas endógenas (endo- β -1,4-glucanases e β -glucosidases) que são secretadas por glândulas salivares e talvez também pelo epitélio do intestino médio (WATANABE *et al.*, 1997; INOUE *et al.*, 1997; TOKUDA *et al.*, 1997). Além desses microorganismos, existem também bactérias que atuam na fixação biológica de nitrogênio, fornecendo fontes de nitrogênio aos cupins. No processo final do metabolismo de nitrogênio, os térmitas de forma atípica em relação à maioria dos insetos, não liberam ácido úrico, e sim o armazenam em células especializadas ricas em lipídios. BRENT e TRANIELLO (2002) verificaram que o aumento da dieta com nitrogênio causa perda de massa corporal nas fêmeas primárias e nas formas neotênicas de *Zootermopsis angusticollis* (Isoptera: Termopsidae). Segundo esses autores, isto se deve ao aumento do conteúdo de nitrogênio na alimentação de indivíduos reprodutivos, causando diminuição do consumo.

RESUMO

BRITO, Henrique Noronha Figueiredo de. **Aspectos ecológicos e comportamentais do cupim subterrâneo asiático, *Coptotermes gestroi* Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae)**. Seropédica: UFRRJ, 2004. 84p. (Dissertação, Mestrado em Fitotecnia).

Este trabalho foi realizado no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, objetivando estudar o comportamento do cupim subterrâneo asiático *Coptotermes gestroi* sob diversos aspectos para encontrar novos mecanismos de manejo através do conhecimento da ecologia desse inseto. O primeiro trabalho permaneceu no campo durante o período de 04 de junho a 28 de julho de 2003, tendo como objetivo monitorar quais variáveis ambientais estariam influenciando o forrageamento desse cupim em 13 áreas selecionadas a partir de características visuais distintas relacionadas, ao tipo de vegetação, luminosidade, proximidade de áreas construídas e umidade. As variáveis ambientais avaliadas foram: luminosidade de manhã e à tarde; temperatura do solo, pela manhã e à tarde; umidade do solo pela manhã. A ausência de forrageamento durante o período seco do ano indicou que a falta de umidade é um dos fatores principais para a movimentação do cupim subterrâneo. Os experimentos subsequentes foram realizados em laboratório com ambiente escurecido e montados, seguindo um mesmo modelo experimental de blocos ao acaso com arranjo em parcelas subdivididas no tempo. Cada bloco constituiu-se de um recipiente central preenchido com substrato úmido (vermiculita) e interligado a outros cinco recipientes por intermédio de tubulações. No interior do recipiente central foram introduzidos operários e soldados de *C. gestroi*, mantendo a proporção de 5:1, totalizando 120 indivíduos. Um dos experimentos teve como objetivo verificar a atratividade de quatro essências florestais à sobrevivência desses indivíduos e o consumo de cada madeira. O odor da madeira exerceu papel fundamental no consumo e a densidade de cada uma influenciou no período de permanência dos indivíduos sobre as mesmas enquanto que a palatabilidade foi fator preponderante para o consumo, mormente, em períodos mais longos. O segundo estudo permitiu constatar a influência de duas fontes de nitrogênio (nitrato e amônia) em três doses (0, 0.5 e 1 molar) sobre a atratividade e o consumo da madeira tratada. O estudo permite ainda verificar que existe influência positiva no consumo de madeira quando o nitrogênio é aplicado. Em contrapartida, esse mesmo nitrogênio exerceu maior influência na mortalidade dos indivíduos submetidos ao tratamento, em virtude da presença do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisoplae* sobre as estacas. No entanto, o nitrogênio sob a forma amoniacal, apresentou menor preferência de consumo e piores condições para o desenvolvimento do *M. anisoplae*.

Palavras-chaves: cupim subterrâneo, comportamento, forrageamento.

ABSTRACT

BRITO, Henrique Noronha Figueiredo de. **Ecological and behavioral aspects of Asian subterranean termite, *Coptotermes gestroi* Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae)**. Seropédica: UFRRJ, 2004. 84p. (MSc. dissertatio).

This work was conducted at the campus of the Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, objectifying to study the behavior of the Asian subterranean termite *Coptotermes gestroi* under various aspects to find new strategies to manage this insect through the knowledge its ecology. The first experiment remained in the field from June 04th to July 28th, 2003 having as objective to monitor environmental variables that could be influencing the foraging of this termite in 13 selected areas with distinct visual characteristics, according to the type of vegetation, luminosity, proximity of constructed areas and humidity. The environmental variables considered were: morning and afternoon brightness; temperature of the soil in the morning and afternoon and soil moisture. The absence of foraging during the dry period of the year indicated that drought is one of the main factors for the movement of this subterranean termite species. The subsequent experiments were performed in laboratory under dark environment and designed, as a randomized complete block design with split-plots. Each block consisted of a central container with humid substrate (vermiculite), linked to five other containers by tubes. Laborers and soldiers of *C. gestroi* were introduced in the interior of the central container, on the ratio of 5:1, totalizing 120 individuals. One of the experiments had as objective to verify their attractiveness to four woods, the survival of these individuals and the consumption of each. The odor of the wood exerted basic role in the consumption; the density of each one influenced on the period of permanence of the individuals while that the flavor was an important factor for the consumption, mainly, in longer periods. The second study evidenced the influence of two nitrogen sources (nitrate and ammonia) and three concentrations (0, 0.5 and 1 molar) on the attractiveness and the consumption of treated wood. Positive influence in the wood consumption exists when nitrogen was applied. On the other hand, nitrogen also exerted great influence in the mortality, caused by the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisoplae* on the wood. However, nitrogen under ammonium form, resulted in lower consumption preference and worse conditions for the development of *M. anisoplae*.

Key Words: termite subterranean, behavior, foraging

CAPÍTULO I

**MONITORAMENTO DO CUPIM SUBTERRÂNEO *Coptotermes gestroi*
Wasmann (ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE) NO CAMPUS DA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

RESUMO

Capítulo 1 - Monitoramento do cupim subterrâneo *Coptotermes gestroi* Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae) no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

O presente estudo foi instalado no campus da UFRRJ de 4 de junho à 28 de julho de 2003, com objetivo de monitorar, através da técnica de uso de estacas de pinus (isca atrativa), quais variáveis ambientais que poderiam estar influenciando o forrageamento desse cupim, em 13 áreas previamente selecionadas a partir de características visuais distintas relacionadas ao tipo de vegetação, luminosidade, proximidade de áreas construídas e umidade. As variáveis ambientais avaliadas foram: luminosidade de manhã e de tarde; temperatura do solo, pela manhã e à tarde; umidade do solo e teor de matéria orgânica. A ausência total de forrageamento, durante o período em que o estudo foi conduzido, provavelmente, deve-se aos mais diversos fatores abióticos; contudo, a baixa umidade influenciou hegemonicamente na atividade de forrageamento das populações do cupim asiático subterrâneo *Coptotermes gestroi*.

ABSTRACT

Chapter 1 – Monitoring of subterranean termite *Coptotermes gestroi* Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae) at Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro campus.

The present study was conducted at UFRRJ campus, from June 04th to July 28th, 2003, to monitor, environment variables that could be influencing the foraging of this termite in 13 selected areas with distinct visual characteristics, according to the type of vegetation, luminosity, proximity of constructed areas and humidity. The environmental variables considered were: morning and afternoon brightness; temperature of the soil in the morning and afternoon; soil moisture and soil organic matter. The total absence of foraging, during the period that the study, was probably due to many abiotic factors; however, low humidity influenced decisively in the activity of foraging of *Coptotermes gestroi*.

1. INTRODUÇÃO

Todos os térmitas são eussociais e uma colônia típica é constituída por um casal de reprodutor (rei e rainha) e por indivíduos estéreis (soldados e operários). A rainha se ocupa apenas de produzir ovos. Os inúmeros operários (machos e fêmeas) executam todo o trabalho e alimentam as outras castas (rei, rainha, soldados e formas jovens); os soldados (machos e fêmeas) são responsáveis pela defesa da colônia. Existem também reprodutores secundários (neotênicos, formados a partir de ninfas cujos órgãos sexuais amadurecem sem que o desenvolvimento geral se complete). Esses substituem o rei ou a rainha, na ausência desses. Às vezes, os neotênicos ocorrem em grande número numa mesma colônia (COSTA LIMA, 1939; BERTI FILHO, 1993; CONSTANTINO, 1999). A principal fonte de alimento dos térmitas são os materiais celulósicos e lignocelulósicos, sob diferentes formas: madeira viva ou morta, em diversos estágios de decomposição, tais como: gramíneas, raízes, sementes, fezes de herbívoros, húmus, manufaturados, etc. (BERTI FILHO, 1995).

A dispersão e fundação de novas colônias, geralmente, ocorrem num determinado período do ano, de um modo geral coincide com o início da estação chuvosa. Nessa época, ocorrem as revoadas de alados (chamados popularmente de siriris ou aleluias), dos quais poucos são os que conseguem acasalar e fundar uma nova colônia (CONSTANTINO, 1999).

O cupim subterrâneo que causa os maiores prejuízos nesse país é o cupim asiático subterrâneo *C. gestroi* pertencente à família Rhinotermitidae. Segundo BERTI FILHO (1993), os ninhos subterrâneos possivelmente estão em conexão com a madeira, ou com ninhos fora do solo, construídos no interior do tronco das árvores.

No Brasil, a família Rhinotermitidae divide-se em treze espécies, que são distribuídas em quatro gêneros (CONSTANTINO, 2001). *Coptotermes gestroi* é uma espécie exótica e caracteriza-se por possuir colônias significativamente populosas, por forragear a longas distâncias e por ter a presença significativa de neotênicos. Muitas colônias são policálicas. O comportamento policálico representa a presença de inúmeros ninhos secundários, provavelmente desprovidos de reprodutores primários ou até mesmo secundários, são conhecidos por ninhos secundários ou subsidiários. O forrageamento dos cupins subterrâneos é um processo coletivo e deveras importante porque é composto tanto de atividades individuais, como de atividades grupais integradas. O processo de forrageamento é um processo que envolve a atividade de centenas (quando não, de milhares) de indivíduos na busca e coleta do alimento, além de ser coordenado por substâncias químicas. Os cupins subterrâneos forrageiam acima e abaixo do solo, sendo que suas galerias de forrageio encontram-se conectadas ao ninho ou aos ninhos, quando se tratar de ninhos satélites. A maioria dos cupins subterrâneos constrói galerias. Assim, como não são diferentes, o *C. gestroi* constrói galerias que garantem o efeito do feromônio e proteção do alimento, ainda que transportar. Além disso, essas galerias protegem esses insetos contra a luz e dessecação. Ainda que, as galerias cobertas, representem um enorme investimento em tempo e energia, são vitais para a conservação da umidade e considerável proteção contra predadores.

Como as operárias da maioria das espécies de cupins são poucos esclerotizadas, estes insetos são altamente susceptíveis a dessecação; conseqüentemente, a relação com a água e temperatura é uma das muitas facetas da

biologia dos cupins. Por exemplo, distribuição das espécies (HAVERTY & NUTTING, 1976), densidade dos cupins no solo, e tempo de revoada dos alados (NUTTING, 1969) são, pelo menos, parcialmente afetados pela umidade e temperatura do ambiente.

Os feromônios de trilhas, usados na atividade de forrageamento, têm um importante papel na organização e na manutenção da sociedade dos cupins (HOWSE, 1984). São secretados pela glândula esternal localizada ventralmente na região do abdômen (STUART & SATIR, 1968).

Devido a pouca quantidade de informação científica sobre o forrageamento dessa espécie, esse estudo teve como objetivo constatar quais dos fatores abióticos (principalmente a umidade) estudados estariam interferindo nas atividades de forrageamento do cupim asiático subterrâneo, *C. gestroi*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

No período de 04 de junho a 28 de julho de 2003, instalou-se um experimento em várias áreas dentro do campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizada no município de Seropédica, visando observar a influência dos fatores edáficos: temperatura do solo (período da manhã e à tarde) e umidade do solo e dos fatores climáticos: luminosidade (manhã e tarde), evaporação total, temperaturas médias máxima e mínima, umidade relativa e precipitação pluviométrica total na atividade de forrageamento do cupim subterrâneo asiático *C. gestroi*. As áreas foram (FIGURAS 1 e 2): GP1 = Gramado frontal ao Prédio Principal da UFRRJ (P1); GC = Área gramada e com palmáceas em frente ao P1; JPP1 = Área ajardinada em frente ao P1; JAP1d = Área ajardinada localizada mais distante e à direita em relação ao P1; JAP1e = Área ajardinada mais distante e à esquerda em relação ao P1; FP1 = Área que faz contorno e encostada à fachada frontal do P1; LDP1G = Área gramada, que contorna a face direita do P1; LDP1A = Área gramada e árvores que contornam a face direita do P1; LEP1A = Área gramada e árvores que contornam a face esquerda do P1; LEP1Gsb = Parte da área gramada, que contorna a face esquerda do P1, que apresenta sombreamento permanente.; LEP1Gsol = Área gramada que contorna a face esquerda do P1, que se encontra, praticamente, ensolarada pelo período da manhã; F = mata de biodiversidade significativa junto à reitoria; PM = Pomar de mangueiras.

O ensaio que teve como elemento básico, estacas (madeira macia - pinus) (FIGURA ANEXADA 1) enterradas no solo. Essas foram cortadas com 30 cm de comprimento, com 5 cm desse tamanho usado como ponteira, visando facilitar a penetração da estaca no solo. Antes do enterrio, cada estaca foi colocada numa estufa de circulação forçada à uma temperatura de 100°C por 48 horas. Ao término desse período, foram pesadas e o peso seco de cada uma foi registrado. Numa etapa posterior, as estacas foram, durante 24 horas, imersas em água, antes de serem transferidas para o campo. O ensaio foi delineado de tal modo que se pudesse conduzir o estudo de cada área, distintamente e onde cada estaca representasse uma repetição dentro de cada época de monitoramento.

O monitoramento foi executado em 3 ocasiões (20, 40 e 55 dias após a colocação das estacas no campo) e o número de estacas amostradas, dentro de cada área, foi igual para todas as épocas. Além disso, cinco variáveis ambientais foram monitoradas:

- 1) Luminosidade de manhã e de tarde (medidor de luminosidade Lux-meter, Phywe),
- 2) Temperatura do solo de manhã e de tarde (a 10 cm de profundidade) através de um termômetro de solo (Sekudenthermometer GTH 1160, Sigma)
- 3) Umidade do solo.

As análises foram planejadas para que se tivesse pelo menos uma medição por semana.

A amostragem do solo para a determinação da característica umidade foi realizada defasada de um dia das medições de luminosidade e temperatura do solo.

Em cada área foram realizadas três repetições de medições de temperatura e luminosidade para cada época de coleta. Os dados concernentes às temperaturas médias

máximas e mínimas, umidade relativa do ar, precipitação total e evaporação total foram obtidos na estação meteorológica Ecologia Agrícola Km 47 (PESAGRO).

O número de estacas por área e a distribuição das mesmas foi determinado em função do tamanho. Essas estacas foram distribuídas de forma aleatória, respeitando-se uma distância mínima de 50 cm entre elas. As áreas avaliadas foram (FIGURAS 1, 2):

- **Gramado frontal ao P1 (GP1):** Área totalmente gramada que pelo menos uma vez por mês, é roçada. Não se faz irrigação e não existe sombreamento. O número de estacas, utilizado nessa área foi de 60.

- **Área gramada e com palmáceas em frente ao P1 (GC):** Área gramada com a presença de coqueiros em fase reprodutiva, promovendo um sombreamento parcial do gramado. Nessa área a grama é roçada pelo menos uma vez por mês. O número de estacas utilizado nessa área foi de 20.

- **Área ajardinada em frente ao P1 (JPP1):** O jardim é constituído por plantas ornamentais, cultivadas de forma bem adensada. Não é uma área irrigada e no decorrer do experimento as plantas sofreram uma poda na parte aérea. O número de estacas nessa área foi de 20.

- **Área ajardinada localizada mais distante em relação ao P1 (JAP1):** Esse jardim foi dividido em dois: **Direito (d)** e **Esquerdo (e)**, onde o jardim direito tem presença das plantas ornamentais plantadas com maior adensamento do que no esquerdo, influenciando muito na luminosidade de manhã e na temperatura. Em relação ao manejo, ambas subáreas sofrem o mesmo tratamento, com nenhuma irrigação e ocorreu pelo menos uma capina durante o período de experimento. O número de estacas nessa área foi de 20 com 10 para cada subárea.

- **Área que faz contorno e encostada à fachada frontal do P1; (FP1):** Área bastante movimentada, com presença de árvores e contém alguns pontos de maior umidade devido à presença de gotejamento de água proveniente de aparelhos condicionadores de ar no prédio. Além disso, observam-se alguns dutos de fiação do prédio. No período experimental, as árvores foram podadas. Nessa área foram utilizadas 48 estacas.

- **Área gramada que contorna a face direita do P1 (LDP1G):** Uma área com incidência direta de raios solares durante todo o dia, pouca movimentação de pessoas e presença de uma fonte de água nas proximidades, além de contar com a presença de caixas de fiação do prédio sob o solo. Observou-se também uma colônia do cupim *Syntermes dirus* encostada na parede do prédio. Nessa área foram utilizadas 48 estacas.

- **Área gramada e árvores que contornam a face direita do P1 (LDP1A):** Presença de duas grandes árvores (família Leguminosae) e de uma grande estrutura metálica junto ao solo e à parede do prédio. Nessa estrutura encontram-se condicionadores de ar centrais. Observa-se também maior número de dutos condutores de eletricidade do que nas outras áreas. É um local bastante sombreado com maior penetração da luz solar no período da tarde. Além disso, é também um local de pouca movimentação de pessoas. Nessa área foram utilizadas 18 estacas.

- **Lateral esquerda do P1 com árvores (LEP1A):** Presença de três grandes árvores, onde nas proximidades há um aposento utilizado como depósito de papéis. É um local de pouco movimento e sombreado o tempo inteiro. Nessa área foram utilizadas 50 estacas.

- **Parte da área gramada, que contorna a face esquerda do P1, (LEP1G):** Assim, como a área anterior, fica próximo ao mesmo aposento que é utilizado como depósito de papéis. Apresenta maior movimentação de pessoas e foi dividida em duas pequenas subáreas: **Sombreada o tempo todo (LDP1G sb)** e **Com**

sol na parte da manhã (LDP1G sol). A primeira apresenta sombreamento durante todo o tempo e também gotejamento de água proveniente de condicionador de ar em alguns pontos da área de estaqueamento, o que provavelmente lhe confere, na média, maior umidade. A segunda só difere da primeira área pela presença de sol durante uma parte do dia e pela ausência de pontos de gotejamento. Nessa área foram utilizadas 48 estacas, com 30 estacas para a primeira subárea e 18 para a segunda.

- **Mata de biodiversidade significativa junto à reitoria (F):** Área constituída por diferentes espécies vegetais e animais, com presença de troncos, folhas e outros materiais em distintos estágios de decomposição sobre o solo. Espécies vegetais adensadas e pouca luminosidade no interior. Observou-se a presença dos cupins *Syntermes dirus* e *Nasutitermes* sp. Nessa área foram utilizadas 60 estacas.

- **Pomar antigo de mangueiras (PM):** área constituída por mangueiras muito antigas, com copas bem desenvolvidas e baixa luminosidade. Apresenta grande quantidade de folhas no solo. Observa-se também a presença dos cupins *Syntermes dirus* e *Nasutitermes* sp. Nessa área foram utilizadas 60 estacas.

As estacas na Floresta, no pomar de mangueiras e no gramado em frente ao prédio principal foram agrupadas num total de doze e distribuídas aleatoriamente dentro de cinco subáreas (espaçamento mínimo entre elas de 50 cm). Cada subárea também foi distribuída aleatoriamente dentro das áreas de forma a ser o mais representativo possível.

Visando encontrar e ter maior segurança quanto à escolha da variável ambiental, que pudesse ter maior influência sobre o forrageamento dentro de cada área, optou-se como ferramenta estatística, a análise multivariada por componentes principais.



Figura 1. Foto aérea da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, focalizando as áreas próximas ao Prédio Principal.

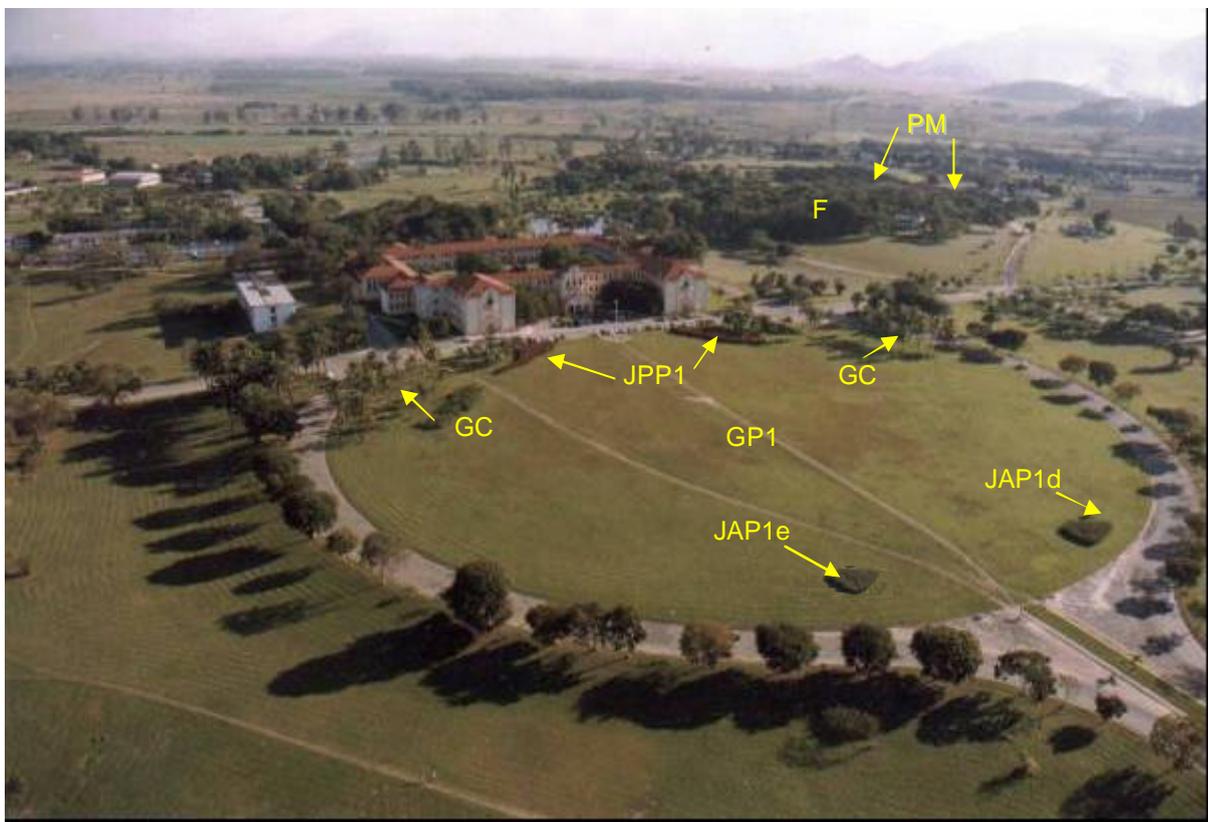


Figura 2. Foto aérea da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, indicando as áreas próximas ao gramado principal, o pomar de mangueiras e a floresta.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o período de 55 dias de avaliações, não se observou diferença expressiva no que tange à temperatura média do solo em estudo (FIGURA 3). Todavia a temperatura durante o período da tarde sempre se mostrou superior a do período matinal. A variação da temperatura matinal ocorreu na faixa entre 21,10°C (para a área JAP1d) e 25,41°C (para a área LDP1 G), enquanto que à tarde essa variação foi de 22,30°C (para a área PM) e 27,66°C (para a área LDP1 G). As áreas que sofreram menor variação entre o período da manhã e à tarde foram LEP1Gsb e L. A FIGURA 4 mostra a média das temperaturas máximas e mínimas ocorrida durante o período de monitoramento das estacas, o que fornece uma previsão da temperatura do ar próxima ao solo. Pode-se notar que as máximas ocorridas nos meses de junho e julho foram, respectivamente 28,7°C e 27,7°C.

Observando a FIGURA 5 associada com a FIGURA 3 percebe-se que as áreas que apresentaram índices de luminosidade maiores no período da manhã apresentaram também temperaturas do solo mais elevadas tanto no período da manhã quanto no da tarde (GP1, GC, JAP1e, LDP1G e LEP1Gsol).

A FIGURA 6 permite observar que, ainda que a umidade relativa média do ar se mantivesse acima de 60 %, os fatores que mais influenciaram quanto a uma maior umidade gravimétrica, foram à presença da grama, mormente, quando se leva em conta às áreas no entorno do prédio principal, mas, no geral, não foi superior a 16% (FIGURA 7). Isto fica mais evidente ao comparar duas áreas gramadas. Aquela que apresenta maior sombreamento apresenta também, maior teor de umidade gravimétrica (LEP1Gsb X LEP1Gsol) (FIGURA 7). O maior adensamento de plantas proporciona maior umidade gravimétrica do solo (JAP1d X JAP1e). A incidência de umidade na GC, ao que tudo indica, é favorecida quando em comparação a GP1. Nota-se que a primeira obteve melhores resultados de umidade (FIGURA 7). EP1Gsol e as áreas com maior variação foram JAP1e, GC, LDP1G e JPP1 (FIGURA 3).

Como fatores abióticos que contribuíram para uma baixa umidade gravimétrica do solo, durante o estudo em apreço, foram à baixa precipitação e a evaporação alta (FIGURA 8).

Durante o período em que o experimento foi conduzido, não se observou nenhuma atividade de forrageamento de *C. gestroi*. Embora tenha se constatado a presença do cupim em algumas áreas úmidas próximo ao prédio e em ensaios anteriores refletiram a presença desse cupim subterrâneo asiático, nesses locais, durante a estação chuvosa (ARAÚJO *et al.*, 2000). Portanto, provavelmente o período quente e seco ocorrido nos meses do experimento (FIGURA 8) pode ter influenciado de forma decisiva no forrageamento da população do *C. gestroi*. Sabe-se que os térmitas requerem condições ambientais específicas que permitam seu desenvolvimento e todas as castas necessitam de um alto grau de umidade para sua sobrevivência. Sabe-se também que essas características estão associadas às condições do seu corpo, que se desidrata rapidamente, ao se expor ao ar seco (BENNETT *et al.*, 1996).

O forrageamento de *Heterotermes aureus* Snyder (Rhinotermitidae) (HAVERTY *et al.*, 1974) e *Gnathamitermes perplexus* Banks (Termitidae) (LA

FAGE *et al.*, 1976) aumentou em resposta a elevação da umidade do solo após uma chuva.

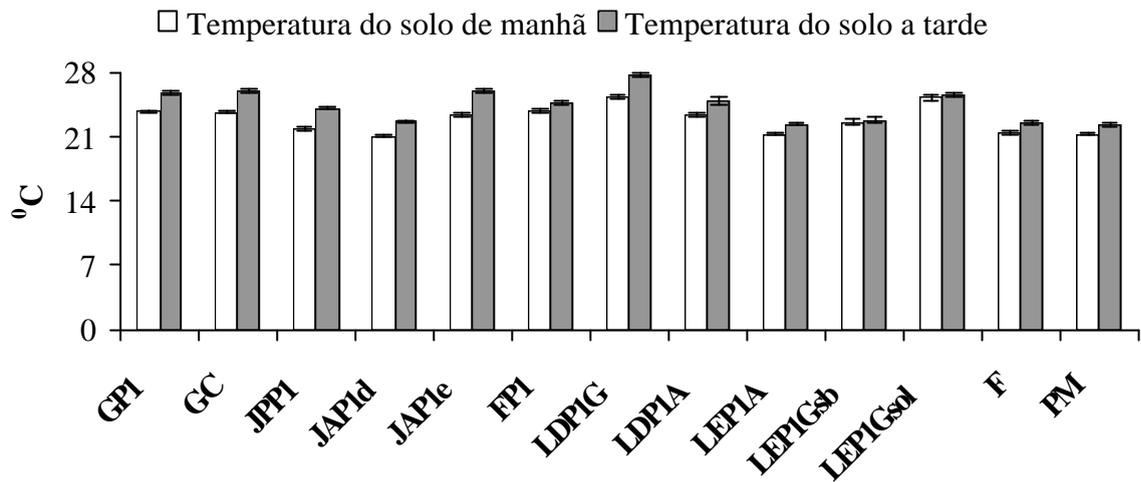


Figura 3. Monitoramento da temperatura média do solo referente a cada área estudada durante os 55 dias de experimento.

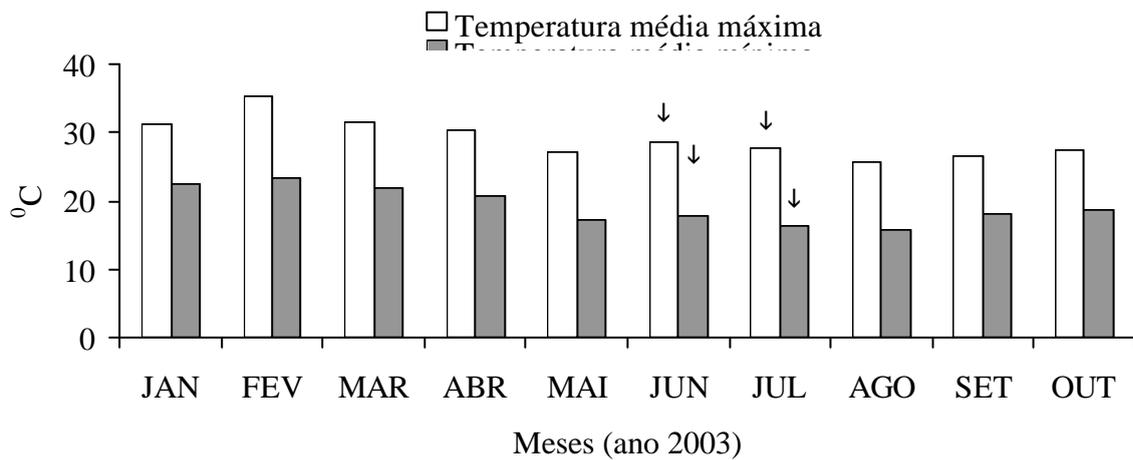


Figura 4. Dados de temperatura média máxima e mínima do ano de 2003, fornecidos pela estação meteorológica Ecologia Agrícola Km 47 (PESAGRO). As setas no gráfico informam o período do experimento.

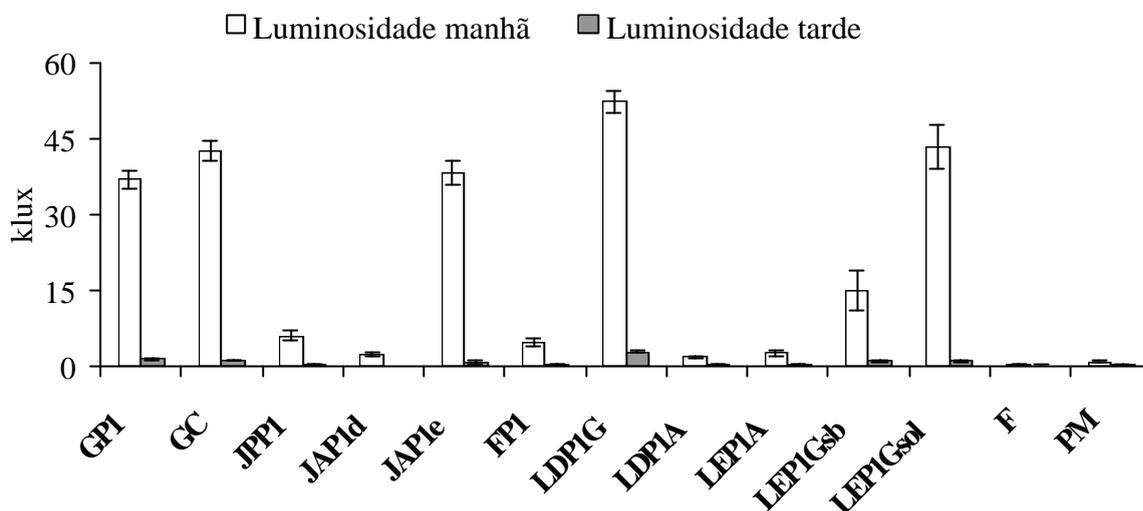


Figura 5. Monitoramento da Luminosidade média referente a cada área estudada durante os 55 dias de experimento.

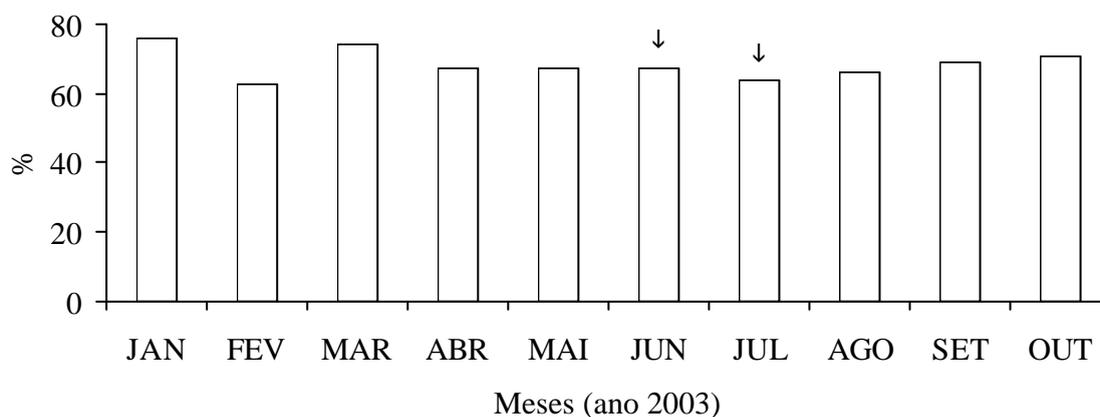


Figura 6. Dados de Umidade relativa média do ano de 2003, obtidas da estação meteorológica Ecologia Agrícola Km 47 (PESAGRO). As setas no gráfico informam o período de realização do experimento.

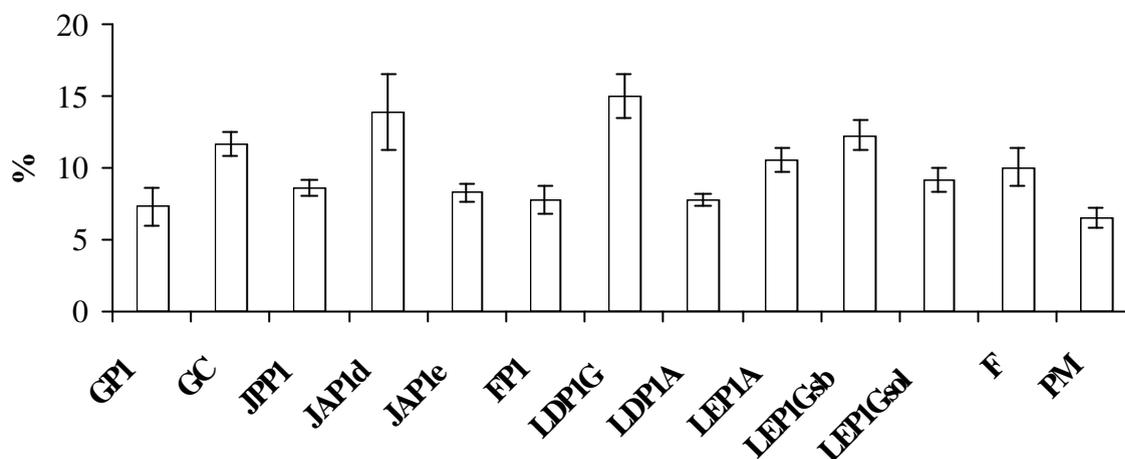


Figura 7. Monitoramento da Umidade gravimétrica média do solo referente a cada área estudada durante os 55 dias de experimento.

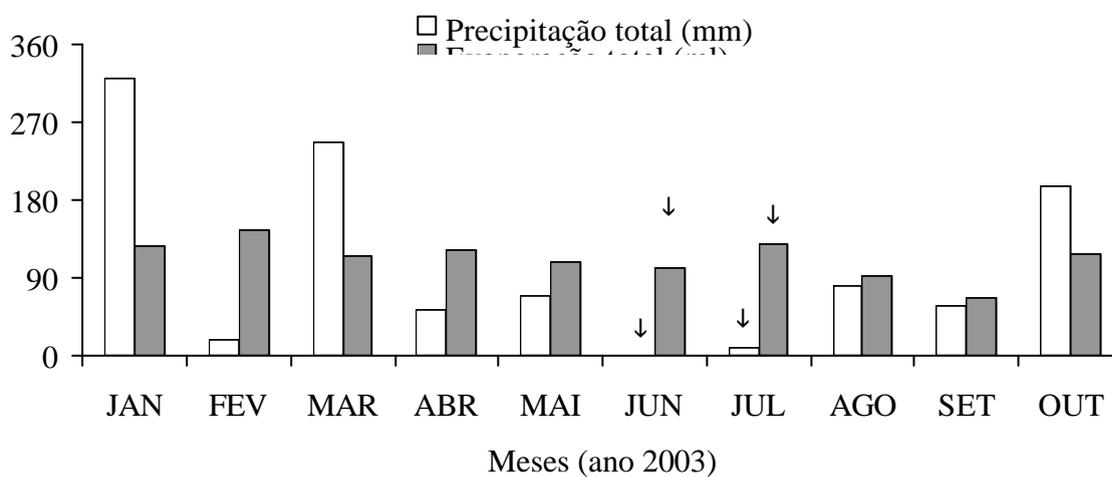


Figura 8. Dados de Precipitação média total (mm) e evaporação média total (ml) do ano de 2003, fornecidos pela estação meteorológica Ecologia Agrícola Km 47 (PESAGRO). As setas no gráfico informam o período do experimento.

COSTA-LEONARDO & CAMARGO-DIETRICH (1999) verificaram que a área de forrageamento do referido cupim foi de 972 m² e apresentaram uma distância linear de forrageamento de 33 metros, com uma população estimada de 729 918 ± 33 740 indivíduos. Em referência a estes dados, é muito pouco provável que todas as áreas selecionadas para estudo estiveram longe do território de forrageamento desses insetos. CAMARGO-DIETRICH (2000) confirma que existe uma variação sazonal da atividade de forrageamento de cupins e esta está diretamente relacionada à precipitação pluviométrica e à temperatura.

Além desses fatores, o tamanho da população, a sanidade da colônia, proporção de castas, entre outros, parecem influenciar nessas atividades.

Somando-se aos fatores mencionados acima, o laboratório de Controle Integrado de Manejo de Pragas Urbanas e Rurais (CIMPUR) da UFRRJ, sob orientação e pesquisa do professor E. B. Menezes, desde 1985 tem estudado o comportamento e o controle dessa praga exótica no município de Seropédica, RJ e constatou que a grande maioria das edificações, dentro e fora do campus da UFRuralRJ, está infestada pelo cupim subterrâneo asiático *C. gestroi*.

3.1. Considerações Finais

Períodos secos e quentes do ano desfavorecem o forrageamento de *Coptotermes gestroi*.

A presença de alimento, representado por estacas de madeira, não é a única condição necessária para o forrageamento de *C. gestroi*.

A técnica de monitoramento de *C. gestroi* com estacas tem sua eficiência dependente de outros fatores, tais como climáticos e edáficos

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, G. T.; JACINTHO, E. L.; ANDRADE, L. O.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; KRECEK, J.; MENEZES, E. B. Levantamento preliminar e composição de espécies de térmitas em alguns locais do campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica (RJ), Brasil. In: X JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRRJ, 2000, Rio de Janeiro. **Anais da X Jornada de Iniciação Científica da UFRRJ**. Seropédica: UFRRJ, 2000. p-95-96.

BENNETT, G.W.; OWENS, J.M.; CORRIGAN, R.M. **Guia científica de Trurrara para operaciones de control de plagas**. 4^o ed. Universidad de Purdue / Project de Comunicaciones Advanstar, pp 149-163, 1996.

BERTI FILHO, E. Manejo de pragas florestais. In: BERTI FILHO, E. (Ed). **Entomologia florestal**. PCMIP/ IPEF/ESALQ-USP, Piracicaba, pp 33, 1993.

BERTI FILHO, E. Alguns Aspectos Atuais da Biologia e Controle de cupins. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L.R.(Eds). **Cupins e florestas**. FEALQ, Piracicaba, pp 127-140, 1995.

CAMARGO-DIETRICH, C. R. R. **Padrões de forrageamento de *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae) em ambientes naturais e antrópicos**. 2000. 102 p. Tese (Doutorado em Zoologia)- Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

CONSTANTINO, R. Chave ilustrada para identificação dos gêneros de Cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. **Papéis avulsos de zoologia**, São Paulo, V.40, n.25, p.378-448, 1999.

CONSTANTINO, R. 2001. Catálogo on-line de Isoptera [s.l.], [s.n.], Brasil. Disponível em:<http://www.unb.br/ib/zoodocente/constant/cupins/sinopse.htm>>. Acesso em: 15 jun. 2003.

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. **Arq. inst. biol.**, V. 66, n.2, p. 99-105, 1999.

COSTA LIMA, A. M. Ordem Isoptera. In: COSTA LIMA, A. M. (Ed). **Insetos do Brasil**. ENA, Rio de Janeiro, pp 263-327, 1939.

HAVERTY, M. I.; LAFAGE, J. P.; NUTTING, W. L. Seasonal activity and environmental control of foraging of the subterranean termite, *Heterotermes aureus* (Snyder), in a desert grassland. **Life science**, V.15, p.1091-1101, 1974.

HOWSE, P. E. Sociochemicals of termites. In: BELL, W. J.; CARDE, R. T. (Eds). **Chemical ecology of insects**. Chapman and Hall, Sinauer Associates, London, pp 475-519, 1984.

LA FAGE, J. P.; HAVERTY, M. L.; NUTTING, W. L. Environmental factors correlated with the foraging behavior of a desert subterranean termite, *Gnathamitermes perplexus* (Banks). **Sociobiology**, V. 2, p.155-169, 1976.

NUTTING, W.L. Flight and colony foundation. In: KRISHNA, K.; WEESNER, F. M. (Eds). **Biology of termites**. Academic Press, New York, pp 233–282, 1969.

NUTTING, W. L.; HAVERTY, M. L. Seasonal production of elates by five species of termites in an Arizona desert grassland. **Sociobiology**, V. 2, p.145-153, 1976.

SATIR, P. Morphological and functional aspects of an insect epidermal gland. **J. cell biol.**, V.36, p.527-549, 1968.

CAPÍTULO II

COMPORTAMENTO DE FORRAGEAMENTO DO CUPIM SUBTERRÂNEO ASIÁTICO *COPTOTERMES GESTROI* WASMANN (ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE) EM RELAÇÃO A QUATRO ESPÉCIES FLORESTAIS SOB CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO.

RESUMO

Capítulo 2. Comportamento de forrageamento do cupim subterrâneo asiático *Coptotermes gestroi* Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae) em relação a quatro espécies florestais sob condições de laboratório.

Três ensaios distintos foram conduzidos no laboratório (ambiente escurecido) do Centro Integrado de Manejo de Pragas Urbanas e Rurais “Cincinnato Rory Gonçalves” da UFRRJ, Seropédica, RJ. O delineamento experimental usado nos três experimentos foi em blocos inteiramente casualizados, baseando-se num arranjo em parcelas subdivididas no tempo com quatro espécies de essências florestais (Maçaranduba, Angelim, Ipê e Cedrinho). No primeiro associaram-se três blocos com quatro épocas de observação [3, 9, 13 e 15 dias após o início do estudo (DAI)]. No segundo ensaio adicionou-se mais uma repetição e além de se levar em conta os três períodos de observação (3, 6 e 9 DAI). No terceiro experimento os tratamentos foram Pinus + Pinus, Angelim + Pinus, Cedrinho + Pinus, Ipê + Pinus e Maçaranduba + Pinus. Assim foram planejadas cinco épocas de observação (1, 4, 7, 10 e 13 DAI) em quatro blocos. Todos os experimentos foram esquematizados de forma que em cada bloco fosse incluído um recipiente central interligado a outros cinco recipientes por intermédio de tubulações (tubos de aquário), onde o recipiente central foi preenchido com substrato (vermiculita), o qual foi mantido úmido através de regas contínuas com água destilada. No interior desse mesmo pote central foram adicionados representantes da população de *C. gestroi*, onde se manteve a proporção de cinco operários para um soldado, totalizando 120 indivíduos. Os tratamentos, nos dois primeiros experimentos, foram aplicados no interior dos potes periféricos e foram constituídos de um grama de serragem fina, seca a 100°C por 24 horas, referentes a cada essência florestal estudada. No terceiro experimento cada madeira foi cortada em estacas com dimensões de 5 x 2 x 2 cm e adicionadas aos potes periféricos. O objetivo do estudo foi verificar a atratividade de quatro essências florestais, a sobrevivência desses insetos, o consumo de cada madeira e a influência de uma espécie florestal sobre a outra em relação ao comportamento da população do cupim. O estudo permitiu constatar que o odor da madeira exerce papel fundamental para o consumo e que a densidade influencia no período de permanência dos indivíduos sobre as mesmas. Além disso, a palatabilidade foi um fator preponderante para o consumo pelo *C. gestroi* durante períodos mais longos e observa-se que existe uma influência positiva das essências florestais Ipê, Maçaranduba, Cedrinho e Angelim sobre o comportamento quando comparado com o consumo de Pinus.

ABSTRACT

Chapter 2. Foraging behaviour of Asian subterranean termite, *Coptotermes gestroi* Wasmann (Isoptera : Rhinotermitidae) on four wooden under laboratory condition.

Three experiments were performed under dark laboratory conditions at the Integrated Center for management of Urban and Rural pests “Cincinnati Rory Gonçalves”, UFRRJ, Seropédica, RJ. The experimental design used for the three experiments was a split plot arranged on randomized complete blocks. The four species of wood (Maçaranduba, Angelim, Ipê and Cedrinho) were assigned as plots whereas time sampling as subplots. The first experiment consisted of three blocks with four observation periods (3, 9, 13 and 15 days after beginning of the study (D.A.B.)). In the second, four replicates were used with three periods of sampling (3, 6 and 9 D.A.B.). In the third experiment the treatments consisted of Pinus+Pinus; Angelim+Pinus; Cedrinho+Pinus; Ipê+Pinus and Maçaranduba+Pinus. Five observation periods were used (1, 4, 7, 10 and 13 D.A.B. All three experiments were designed so that in each block a central container interconnected to five others through tubes (aquarium tubes), where the central container was filled out with substrate (vermiculite), maintained moist through continuous watering with distilled water. In the interior of that same central container the population of the studied termite was added, on a ratio of five workers to one soldier, making up 120 individuals. The treatments, in the first two experiments, were applied inside the outside pots and were composed of one gram of fine sawdust; dried to 100°C for 24 hours, of each studied wood species. In the third experiment each wood was cut in stakes with dimensions of 5 x 2 x 2 cm and added to the outside pots. The objective of the study was to verify the attractiveness of four wood species, termite survival, consumption of each wood and the influence of the wood species on the behavior of termites. The study showed that the wood odor exert a key role on the consumption of woods and that the density influenced in the permanence period of the individuals; the scent of the wood was a preponderant factor to the consumption during longer periods and positive influence of woods from Ipê, Maçaranduba, Cedrinho and Angelim on the consumption of Pinus could be established.

1. INTRODUÇÃO

As propriedades da madeira fazem dela um material de destaque desde os primórdios da humanidade até os dias de hoje. E dentre elas, destaca-se a elevada resistência mecânica em relação à própria massa, facilidade de usinagem, resistência química apreciável, com ampla faixa de textura e coloração, capazes de satisfazer os gostos mais variados. A par dessas características favoráveis, a madeira, devido à natureza orgânica dos seus constituintes poliméricos, pode ter sua durabilidade comprometida por uma série de agentes biológicos, físicos e químicos (LEPAGE, 1986). Dentre os agentes biológicos, destacam-se os representantes da Ordem Isoptera, vulgarmente conhecidos como cupins ou térmitas. Esses insetos são importantes devido ao grande número de espécies, bem como por causarem sérios prejuízos na agricultura, em florestas, árvores frutíferas e em produtos estocados (CHHOTANI, 1983; FONTES & ARAUJO 1999).

A fonte alimentar básica dos cupins são os materiais celulósicos e lignocelulósicos sob diferentes formas: madeira viva ou morta, em diferentes estágios de decomposição, gramíneas, raízes, sementes, fezes de herbívoros, húmus, manufaturados, etc. (BERTI FILHO, 1995).

Sabe-se que sem a presença de térmitas, brocas e fungos decompositores, as árvores e a grande maioria da vegetação terrestre seria incapaz de sobreviver, pois eles são os grandes responsáveis pela origem de nutrientes do solo. Os térmitas desempenham atividades importantes nos ecossistemas florestais, através da sua atividade alimentar possibilitando a ciclagem de nutrientes e podem modificar a estrutura do solo, de onde retiram seus alimentos intervindo assim no ciclo da matéria orgânica e dos nutrientes. Porém, a concentração de alimentos e de produtos residuais desse processo orgânico influencia a disponibilidade de matéria orgânica e de nutrientes no ecossistema (WOOD & SANDS 1978; BERTI FILHO 1993; 1995).

Os surtos de populações de insetos, como no caso dos térmitas, ocorrem com maior frequência em áreas onde a riqueza e a complexidade da fauna e da flora foram extremamente reduzidas. Esses surtos serão determinados pela capacidade da colônia forragear e se adaptar ao novo ambiente. Em laboratório, a mortalidade e o forrageamento da madeira são afetados por inúmeros fatores intrínsecos e extrínsecos incluindo temperatura, umidade e o tamanho do grupo (ESENTER, 1977). CAMARGO-DIETRICH & COSTA-LEONARDO (2000), estudando *Heterotermes tenuis* em laboratório concluíram que o comportamento da população difere em diferentes ocasiões e que os fatores que governam o comportamento de agressividade são muito complexos e dependem tanto de características individuais como ambientais. Segundo WILSON (1971), apesar dos térmitas em condições naturais viverem por muito tempo, tem-se observado uma mortalidade considerável durante as primeiras oito semanas. Diante das considerações abordadas, esse trabalho teve como objetivo caracterizar em laboratório o comportamento de forrageamento de uma população de *C.gestroi* em relação a quatro essências florestais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Três experimentos foram conduzidos no laboratório (ambiente escurecido) do Centro Integrado de Manejo de Pragas Urbanas e Rurais “Cincinnato Rory Gonçalves” da UFRRJ, Seropédica, RJ. O delineamento experimental para os três experimentos foi em blocos inteiramente casualizados, seguindo um arranjo em parcelas subdivididas no tempo com quatro espécies de essências florestais (Maçaranduba, Angelim, Ipê e Cedrinho).

O primeiro ensaio teve os tratamentos casualizados em três blocos que foram avaliados em quatro épocas de observação (3, 9, 13 e 15 DAI), enquanto que no segundo foi adicionada mais uma repetição e contou com três épocas de observação (3, 6 e 9 DAI).

No terceiro experimento os tratamentos foram Pinus + Pinus, Angelim + Pinus, Cedrinho + Pinus, Ipê + Pinus e Maçaranduba + Pinus e as avaliações foram realizadas em cinco épocas (1, 4, 7, 10 e 13 DAI) dentro de quatro blocos.

Todos os experimentos foram esquematizados de forma que em cada bloco fosse incluído um recipiente central interligado a outros cinco recipientes periféricos por intermédio de tubulações (tubos de aquário) (FIGURA ANEXADA 2), onde o recipiente central foi preenchido com 30 gramas vermiculita, a qual foi mantida úmida através de regas contínuas com água destilada. Nesse mesmo recipiente central foram colocados 100 operárias e 20 soldados, e todos os potes foram escurecidos com papel contact preto.

Os cupins foram coletados e criados dentro de gavetas contendo serragem de Pinus (FIGURA ANEXADA 3).

Nos dois primeiros experimentos, dentro dos recipientes periféricos, foram sorteadas as quatro essências florestais, fornecidas sob a forma de serragem. Em cada recipiente, foi colocado um grama de serragem fina, seca a 100°C por 24 horas, acondicionada em recipientes menores que foram dispostos deitados e presos com fita isolante. As serragens foram umedecidas com 2,5 ml de água destilada. No terceiro experimento cada madeira foi cortada em estacas com dimensões de 5 x 2 x 2 cm e foram secas a 100°C por 24 horas. Posteriormente foram mergulhadas em água destilada por 12 horas. Na tampa de cada recipiente foram feitos dez furos pequenos, para que tivéssemos maior aeração e durante o experimento cada tampa foi coberta com papel alumínio para diminuir a luminosidade.

Nas épocas de avaliação determinaram-se as seguintes características: total de indivíduos (operárias mais soldados) (TIND), total de operária (TOPE), total de soldado (TSOL), operárias vivas (OPEV), soldados vivos (SOLV), indivíduos vivos (operárias mais soldados vivos) (INDV), soldados mortos (SOLM), operárias mortas (OPEM) e indivíduos mortos (operárias mais soldados mortos) (INDM).

A determinação da porcentagem nos parâmetros TIN, TOPE e TSOL foi realizada contando-se o número de insetos nos potes periféricos (referentes aos tratamentos) e dividindo esse número pelo total de cupins colocados no início do experimento, fazendo-se as correções de retirada do número de mortos desse total para as próximas observações. As determinações nas demais características tiveram como objetivo verificar, dentre aqueles insetos presentes dentro de cada tratamento, quais estariam vivos ou mortos. Nesse caso, as porcentagens foram calculadas dividindo-se o número de mortos ou vivos dentro de cada tratamento sobre o total dentro do referido tratamento.

A classificação do odor das madeiras foi avaliada por um total de três pessoas, as quais atribuíram notas de cheiro a cada essência florestal. Essas notas foram apuradas independentemente através do ato de cheirar as madeiras. Cada nota foi caracterizada da seguinte forma: 0 = ausência de odor (nota dada aos potes sem madeira); 1 = madeiras com odor leve (nota dada às essências Angelim e Cedrinho); 2 = madeiras com odor forte (nota dada a essência Maçaranduba); e 3 = madeiras com odor muito forte (nota dada para a essência Ipê).

Na última época de observação, do primeiro experimento, foram determinados também todos os parâmetros mencionados acima, mas levando em consideração os indivíduos no interior das serragens, assim como o consumo de madeira, o qual foi determinado pesando-se cada amostra depois de terem sido secas novamente a 100°C por 24 horas. A quantidade de madeira consumida foi determinada pelo cálculo do peso seco inicial menos o peso final da madeira. No terceiro experimento o consumo de madeira foi determinado pesando-se cada estaca depois de terem sido secas novamente a 100°C por 24 horas. O consumo foi analisado de duas formas: observando apenas aquele da madeira Pinus dentro de cada tratamento, onde, no tratamento controle esse consumo foi determinado através da média de consumo das duas estacas de Pinus; e considerando o consumo total de madeira dentro de cada tratamento, o qual foi obtido somando-se o consumo das duas madeiras presentes nos tratamentos.

Todos os dados do experimento foram transformados para proporção por se tratar de uma população finita, na qual a cada observação foram descontados os mortos da população total, e como geralmente dados provenientes de contagens não se apresentam distribuídos normalmente, todas as análises foram feitas com os dados transformados para raiz $(x+1)$. Embora não tenhamos conseguido normalizar os dados conseguimos diminuir de forma efetiva os coeficientes de variação. Todos os dados apresentaram homogeneidade de variância pelo Teste de Cochran.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Experimento I

Durante todo o experimento verificou-se que em média, o total de indivíduos presente próximo às serragens foi de 17,41% e em relação ao total de operárias e soldados, a média percentual foi respectivamente de 14,95 % e 31 %. Pode-se perceber que a população de operárias (FIGURA 9) e o número total de indivíduos na primeira coleta (FIGURA 10) foram maiores nas madeiras Ipê e Angelim, onde tiveram presença de 7,22 % e 5,56 % dos indivíduos, respectivamente, embora sem diferença estatística significativa (FIGURA 10).

Em contrapartida, nessa época, apenas 36,11 % dos indivíduos estavam vivo na madeira Ipê enquanto que no Cedrinho, maior média, 83,33 % dos indivíduos estavam vivos (FIGURA 11)

Na segunda coleta nota-se uma inversão de comportamento, associada a um ligeiro aumento no número de operárias para Cedrinho (4,92 %), uma elevação na média do total de indivíduos, embora não significativa, no tratamento com Maçaranduba (6,42 %) e uma queda brusca nos tratamentos com madeira Angelim (2,90 %) e Ipê, no qual esse último não teve presença de operárias (FIGURA 9). Nesse período, da mesma maneira que aconteceu anteriormente, a madeira na qual tivemos maior número de indivíduos, Maçaranduba com 7,35 % dos indivíduos (FIGURA 10), apresentaram também maior número de mortos com apenas 8,33 % de indivíduos vivos (FIGURAS 11, 12), em média, enquanto que a relação para Cedrinho e Angelim se manteve constante, com maior número de indivíduos vivos para a primeira madeira (40,48 %) (FIGURA 11).

Na terceira coleta a madeira Ipê se manteve estável com ausência de operárias (FIGURA 9), assim como Maçaranduba que nesse momento atinge o nível zero de operárias, soldados e total de indivíduos (FIGURA 9, 10,13).

O número de operárias no Cedrinho apresentou uma queda relativa enquanto Angelim teve um ligeiro aumento (FIGURA 9). Nesse momento Angelim contabilizou maior número de indivíduos vivos (FIGURA 11). Na última coleta a ausência de indivíduos se manteve para Maçaranduba e Ipê (FIGURA 9, 10,13). Cedrinho juntamente com Angelim mantém o padrão de crescimento da média do total de indivíduos, onde registramos maior número de operárias para Cedrinho, que obteve 11,36 % das operárias (FIGURA 9) e maior número de soldados para Angelim, com 33,33 % dos soldados (FIGURA 13). O total de indivíduos foi graficamente maior para Cedrinho, com 13,05 % dos indivíduos em média, embora o número de indivíduos vivos foi graficamente maior para Angelim (62,96 %) (FIGURA 11), no entanto sem significância estatística. Analisando, nessa última coleta, o número de indivíduos presentes também no interior das serragens, podemos notar que embora todas as serragens apresentassem túneis feitos pelos cupins apenas observa-se presença de indivíduos nas madeiras de Cedrinho e Angelim, com maiores médias (visualmente) para o primeiro tanto para total de indivíduos (25 %) como para indivíduos vivos (58,67 %) (FIGURA 14).

A taxa de consumo foi maior para Ipê seguida de Cedrinho e Maçaranduba (FIGURA 15), pode-se supor que no primeiro momento, embora Ipê e Angelim tivessem o mesmo número de operárias, o odor mais acentuado da primeira madeira

estimulou o consumo pelas operárias, pois só nesse momento ocorreu presença de indivíduos no Ipê.

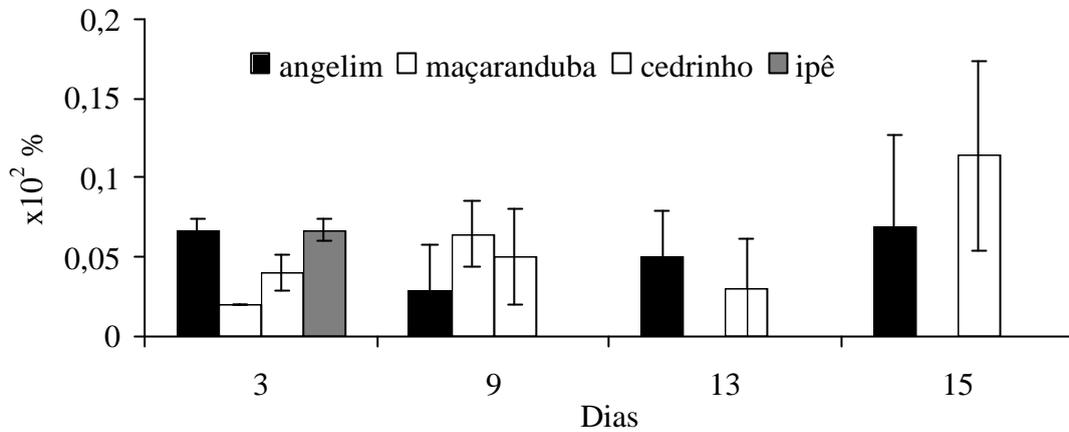


Figura 9. Porcentagem total de operárias de *Coptotermes gestroi*, submetidas ao tratamento com quatro tipos de serragens finas durante um período de 15 dias em laboratório. Letras diferentes dentro de uma mesma época indicam médias diferentes significativamente pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. A ausência de letras indica que não ocorreu diferença estatística entre nenhuma média. Os testes estatísticos foram feitos com dados transformados para $\sqrt{x + 1}$.

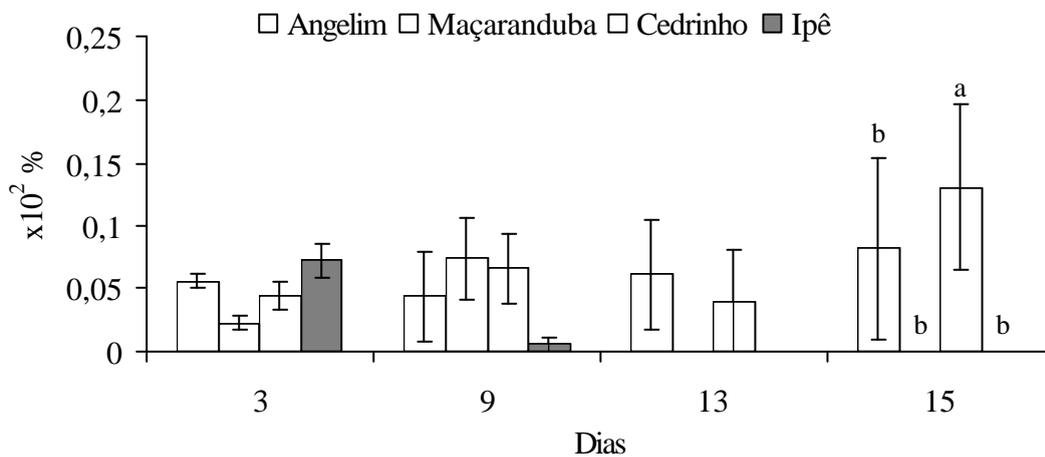


Figura 10. Porcentagem total de indivíduos de *Coptotermes gestroi*, submetidos ao tratamento com quatro tipos de serragens finas durante um período de 15 dias em laboratório. Letras diferentes dentro de uma mesma época indicam médias diferentes significativamente pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. A ausência de letras indica que não ocorreu diferença estatística entre nenhuma média. Os testes estatísticos foram feitos com dados transformados para $\sqrt{x + 1}$.

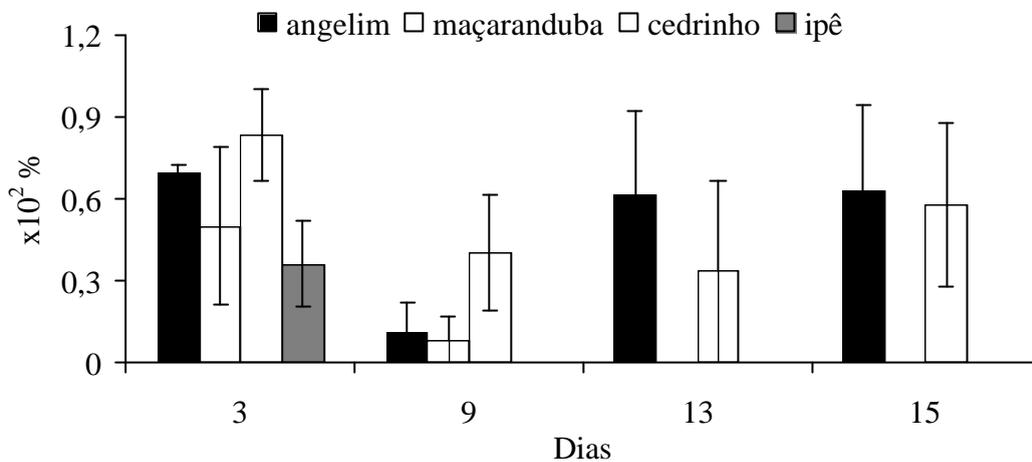


Figura 11. Percentagem total de indivíduos vivos de *Coptotermes gestroi*, em relação ao total encontrado dentro de cada tratamento, submetidos ao tratamento com quatro tipos de serragens finas durante um período de 15 dias em laboratório. Letras diferentes dentro de uma mesma época indicam médias diferentes significativamente pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. A ausência de letras indica que não ocorreu diferença estatística entre nenhuma média. Os testes estatísticos foram feitos com dados transformados para $\sqrt{x + 1}$.

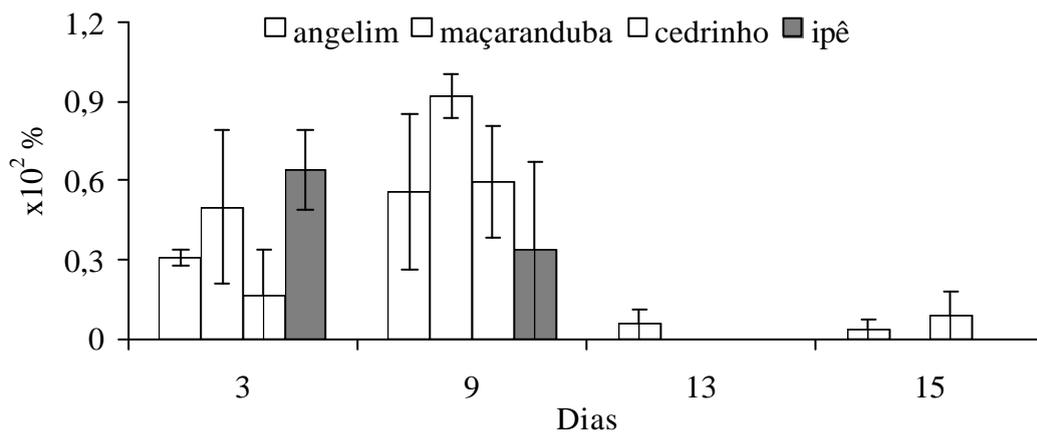


Figura 12 Percentagem total de indivíduos mortos de *Coptotermes gestroi*, em relação ao total encontrado dentro de cada tratamento, submetidos ao tratamento com quatro tipos de serragens finas durante um período de 15 dias em laboratório. Letras diferentes dentro de uma mesma época indicam médias diferentes significativamente pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. A ausência de letras indica que não ocorreu diferença estatística entre nenhuma média. Os testes estatísticos foram feitos com dados transformados para $\sqrt{x + 1}$.

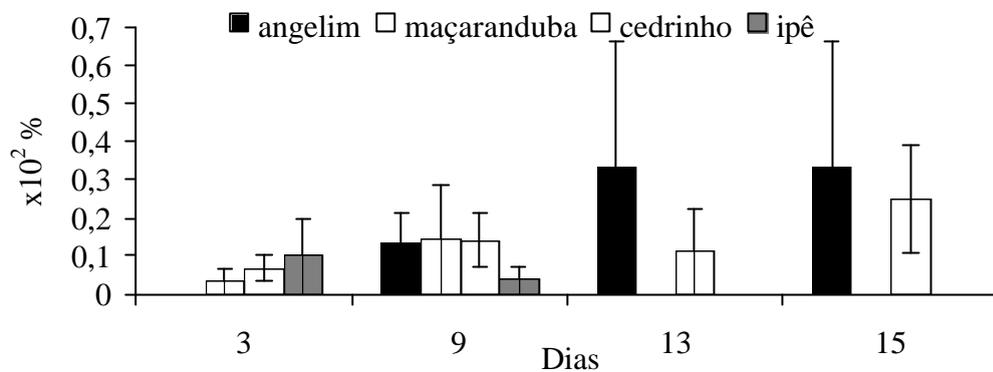


Figura 13. Porcentagem total de soldados de *Coptotermes gestroi*, submetidos ao tratamento com quatro tipos de serragens finas durante um período de 15 dias em laboratório. Letras diferentes dentro de uma mesma época indicam médias diferentes significativamente pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. A ausência de letras indica que não ocorreu diferença estatística entre nenhuma média. Os testes estatísticos foram feitos com dados transformados para $\sqrt{x + 1}$.

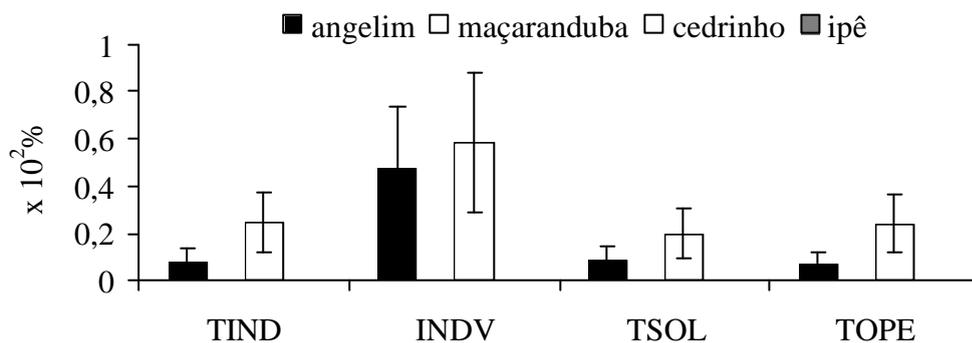


Figura 14. Média percentual de uma população de *Coptotermes gestroi* onde foram contabilizados também os cupins no interior das serragens. Os seguintes parâmetros são: Total de soldados (TSOL); Total de operárias (TOPE); Total de indivíduos (TIND); Indivíduos vivos (INDV).

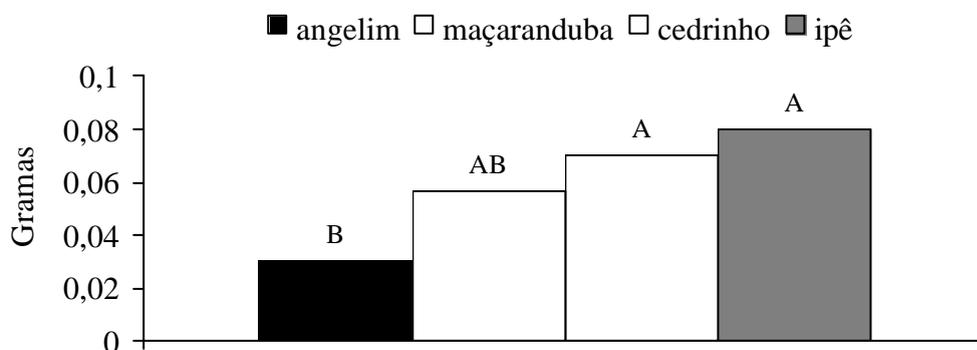


Figura 15. Consumo de serragem fina durante 15 dias por uma população de cupins subterrâneos *Coptotermes gestroi* contendo 100 operárias em diversos estádios de

desenvolvimento e 20 soldados. Letras diferentes indicam médias significativamente diferentes pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade.

No segundo momento observa-se maior número de operárias na segunda madeira de odor mais acentuado, Maçaranduba, e nesse instante a população no Cedrinho se mantém constante e observamos uma queda para Angelim. Como se pode observar o consumo só ocorreu até os três dias iniciais para Ipê e até os nove dias para Maçaranduba, enquanto que para Cedrinho e Angelim tivemos presença de indivíduos até o último dia do experimento. Apesar disso observa-se que o consumo de Cedrinho se iguala ao do Ipê (FIGURA 15), a madeira mais consumida, enquanto Angelim apresenta o menor consumo. Isso nos leva a crer que o consumo pode estar diretamente relacionado com o odor da madeira e o consumo dessas madeiras com maior odor acarretou maior número de mortos e num segundo momento repelência.

Em contrapartida a presença contínua de operárias consumindo durante todo experimento talvez esteja relacionado com a menor dureza das madeiras (Cedrinho: 610kg/m³; Angelim: 863kg/m³; Maçaranduba: 971kg/m³; Ipê: 800 a 1070kg/m³) e em segundo plano com a palatabilidade das mesmas, embora WALLER *et al.* (1990) tenha relatado que a densidade da madeira não influenciou o consumo para uma população de *C.formosanus*. Entretanto, PERALTA *et al.* (2004), observaram que existe uma tendência das madeiras menos densas serem mais consumidas.

Percebe-se que a atividade dos indivíduos diminui com o decorrer do tempo e esse fato pode explicar o menor consumo de Cedrinho em relação a Ipê, embora não significativo estatisticamente. A diminuição da atividade dos cupins ao longo do tempo pode ser confirmada com a observação de uma menor agressividade dos soldados ao longo do tempo. Característica essa que foi medida tocando-se os soldados e observando a reação.

A explicação mais plausível para o menor consumo de Angelim estaria relacionado tanto na diminuição do consumo ao longo do tempo devido a menor atividade dos indivíduos, como na menor palatabilidade desta madeira em relação ao Cedrinho.

3.2. Experimento II

Uma segunda repetição desse experimento foi montada sob as mesmas condições, onde foi acrescentado mais um bloco ao delineamento. Pode-se perceber que o mesmo comportamento populacional ocorrido durante o experimento anterior também foi observado nesse segundo estudo, onde as serragens de Maçaranduba e Ipê exerceram maior atratividade sobre os cupins nos dois primeiros momentos observados e também influenciaram na maior mortalidade populacional (FIGURA 16, 17).

Nove dias após a instalação do experimento havia na serragem de Cedrinho um maior número de indivíduos (FIGURA 18); constatando-se também melhores condições de sobrevivência dos indivíduos (FIGURA 19), já manifestada na segunda observação. Os térmitas observados na madeira Angelim apresentaram comportamento contrário ao que tinha sido observado anteriormente (FIGURAS 16, 17, 18).

3.3. Experimento III

Ao analisar os resultados obtidos no terceiro experimento (FIGURAS 20, 21, 22) percebe-se que os tratamentos com Ipê + Pinus e Maçaranduba + Pinus exerceram maior atratividade sobre a população de *C. gestroi* durante os setes primeiros dias.

Constatou-se uma queda acentuada na percentagem média total de indivíduos presentes, a partir do sétimo dia, no ensaio Ipê + Pinus [esse declínio possivelmente se deve à diminuição total dos indivíduos de ambas castas, mormente depois da mortalidade elevada das operárias (40 %)]. Observou-se no mesmo período uma maior

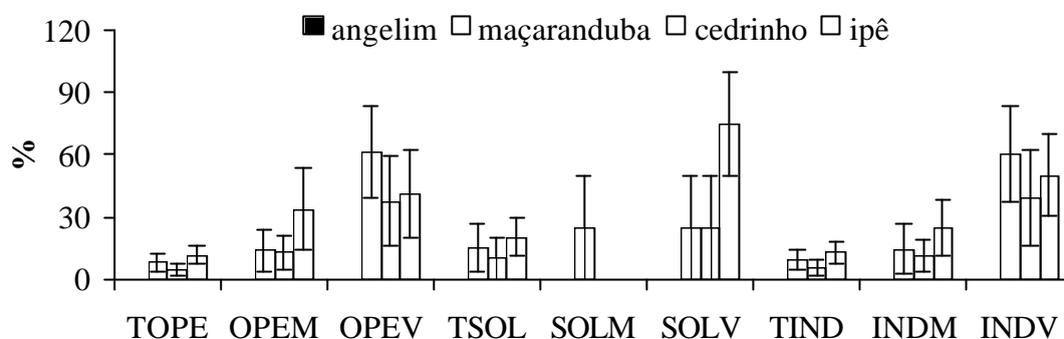


Figura 16. Gráfico geral do segundo experimento, relativo a primeira observação de uma população de *Coptotermes gestroi* nos seguintes parâmetros: Soldados Mortos (SOLM); Operárias Mortas (OPEM); Total de soldados (TSOL); Total de operárias (TOPE); Total de indivíduos (TIND); Operárias vivas (OPEV); Soldados vivos (SOLV); Indivíduos vivos (INDV) e Indivíduos mortos (INDM).

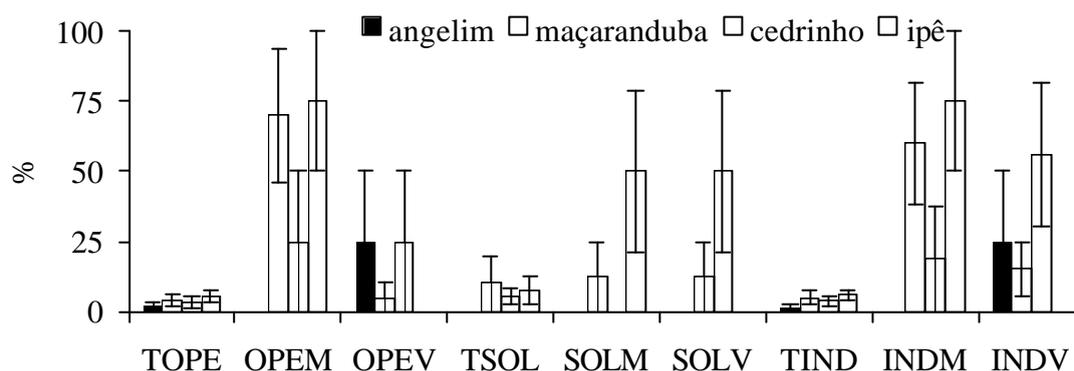


Figura 17. Gráfico geral do segundo experimento, relativo a segunda observação de uma população de *Coptotermes gestroi* nos seguintes parâmetros: Soldados Mortos (SOLM); Operárias Mortas (OPEM); Total de soldados (TSOL); Total de operárias (TOPE); Total de indivíduos (TIND); Operárias vivas (OPEV); Soldados vivos (SOLV); Indivíduos vivos (INDV) e Indivíduos mortos (INDM).

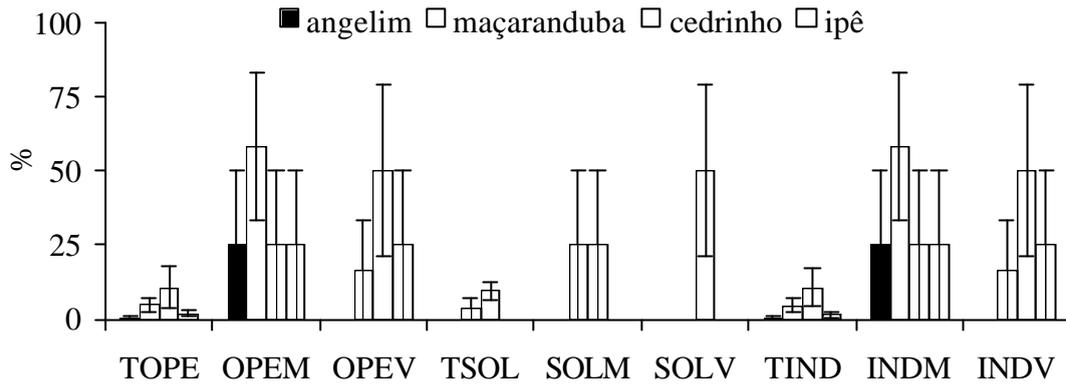


Figura 18. Gráfico geral do segundo experimento, relativo a terceira e última observação de uma população de *Coptotermes gestroi* nos seguintes parâmetros: Soldados Mortos (SOLM); Operárias Mortas (OPEM); Total de soldados (TSOL); Total de operárias (TOPE); Total de indivíduos (TIND); Operárias vivas (OPEV); Soldados vivos (SOLV); Indivíduos vivos (INDV) e Indivíduos mortos (INDM).

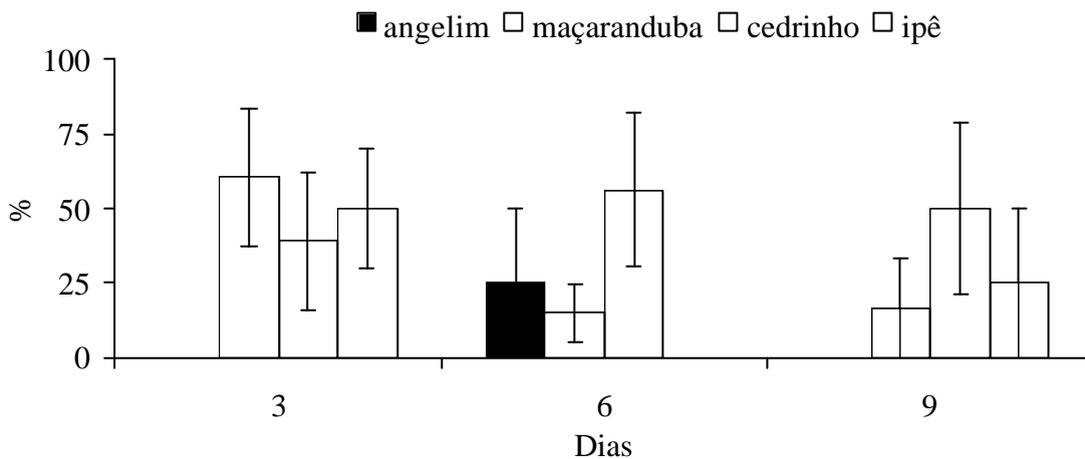


Figura 19. Gráfico do segundo experimento, relativo a porcentagem de indivíduos vivos de uma população de *Coptotermes gestroi* durante 9 dias de experimento de laboratório. A ausência de letras sobre os gráficos em coluna indica que não ocorreu diferença estatística significativa entre as médias observadas em cada serragem comparando-se dentro da mesma época, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

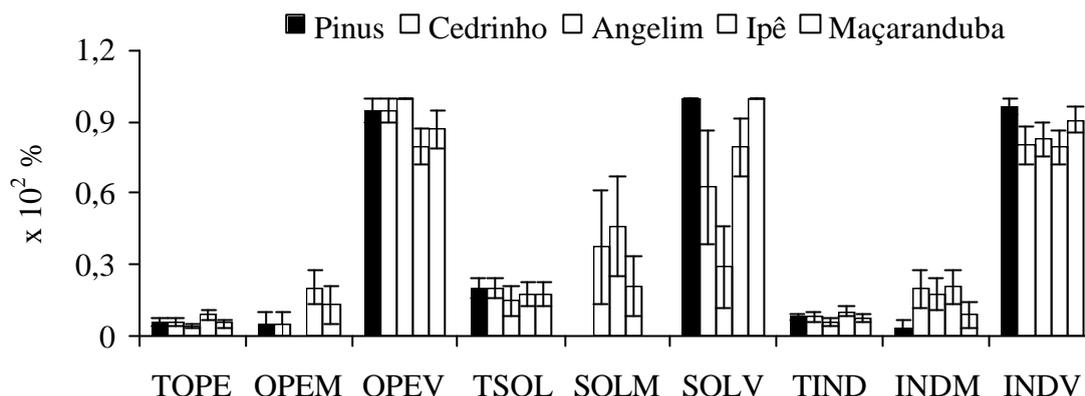


Figura 20. Gráfico geral do experimento contendo os tratamentos Pinus + Pinus, Cedrinho + Pinus, Angelim + Pinus, Maçaranduba + Pinus e Ipê + Pinus. Primeira época de observação de uma população de *Coptotermes gestroi*. Letras minúsculas diferentes dentro do mesmo parâmetro indicam médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. A ausência de letras indica média igual pelo mesmo teste.

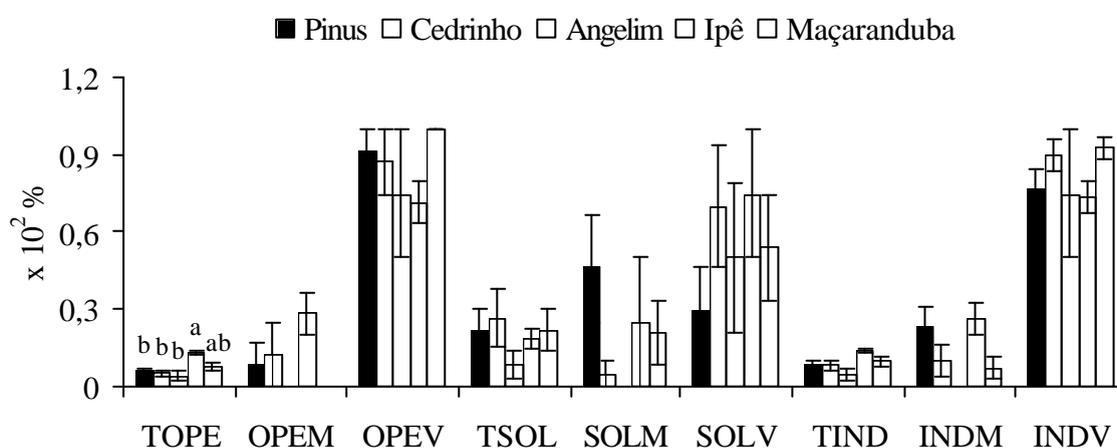


Figura 21. Gráfico geral do experimento contendo os tratamentos Pinus + Pinus, Cedrinho + Pinus, Angelim + Pinus, Maçaranduba + Pinus e Ipê + Pinus. Segunda época de observação (aos 4 dias) de uma população de *Coptotermes gestroi*. Letras minúsculas diferentes dentro do mesmo parâmetro indicam médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. A ausência de letras indica média igual pelo mesmo teste.

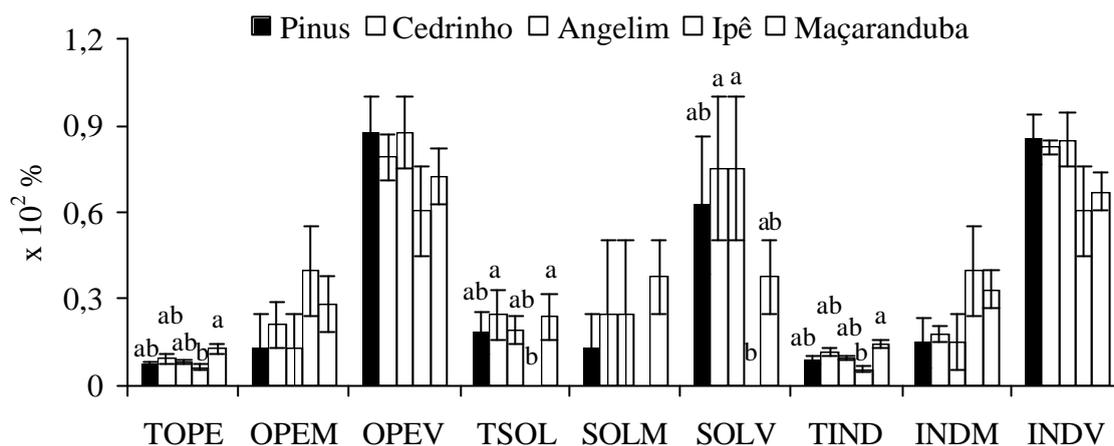


Figura 22. Gráfico geral do experimento contendo os tratamentos Pinus + Pinus, Cedrinho + Pinus, Angelim + Pinus, Maçaranduba + Pinus e Ipê + Pinus. Terceira época de observação (aos 7 dias) de uma população de *Coptotermes gestroi*. Letras minúsculas diferentes dentro do mesmo parâmetro indicam médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. A ausência de letras indica média igual pelo mesmo teste.

atratividade no tratamento Maçaranduba + Pinus, embora a porcentagem média do número de mortos tenha atingido o maior valor para a casta de soldados (37,5 %) e o segundo maior valor para as operárias (28 %), ou seja, 33 % dos insetos presentes estavam mortos.

No décimo dia há registro de um declínio do número de insetos ativos (soma do número total de cupins presentes dentro de cada tratamento sobre o total presente dentro do respectivo bloco experimental, no momento da observação), que aos 7 dias atingiu o máximo de 49 % e agora chega aos 37 % (FIGURA 23). Esse decréscimo está associado com uma mudança de comportamento da população, onde os tratamentos que anteriormente contabilizaram maior número de indivíduos, agora, apresentam as menores médias, enquanto que os tratamentos Cedrinho + Pinus, Angelim + Pinus e Pinus + Pinus (controle) expressaram um suave e semelhante aumento na atratividade sobre os cupins e esse padrão se mantém até o fim do experimento (FIGURAS 24, 25).

No décimo terceiro dia verificou-se o consumo das madeiras, onde o consumo isolado da madeira Pinus¹ (FIGURA 26) que estava associada às outras madeiras foi determinado e o resultado mostrou que os tratamentos que exerceram maior atratividade durante os períodos de maior atividade dos insetos (Ipê + Pinus e Maçaranduba + Pinus) apresentaram médias de consumo significativamente maiores que os demais, sendo que o tratamento controle (Pinus + Pinus) teve a menor média de consumo. Considerando-se o consumo total dentro de cada tratamento², ou seja, consumo de Pinus mais a madeira associada (FIGURA 27), os resultados mostram que o tratamento controle se sobressai

¹ No tratamento controle havia duas madeiras de Pinus e o consumo isolado da madeira Pinus foi obtido fazendo-se a média de consumo das duas madeiras.

² O consumo total dentro do tratamento Controle foi obtido somando-se o consumo das duas madeiras de Pinus.

como um dos tratamentos de maior consumo, assim como Ipê + Pinus e Maçaranduba + Pinus, enquanto que os demais são significativamente menores.

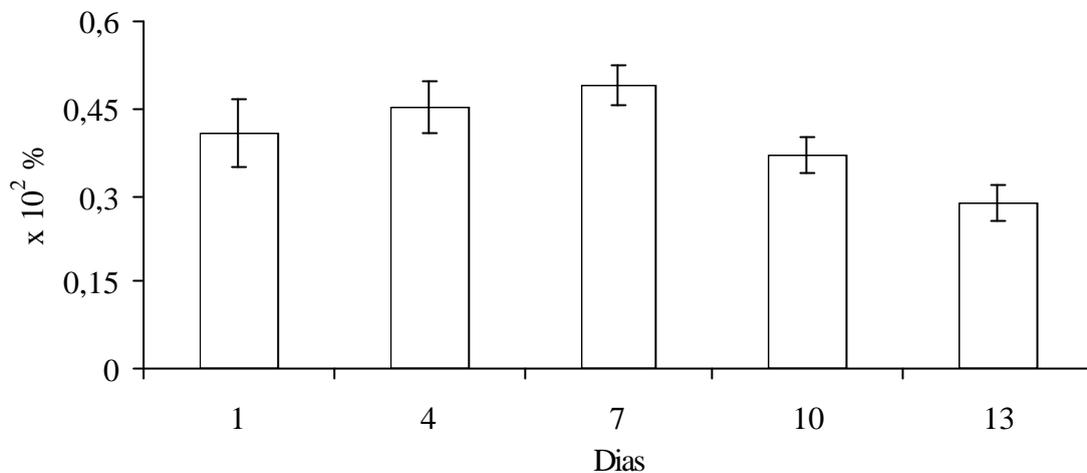


Figura 23. Percentagem de indivíduos ativos durante as épocas de observação.

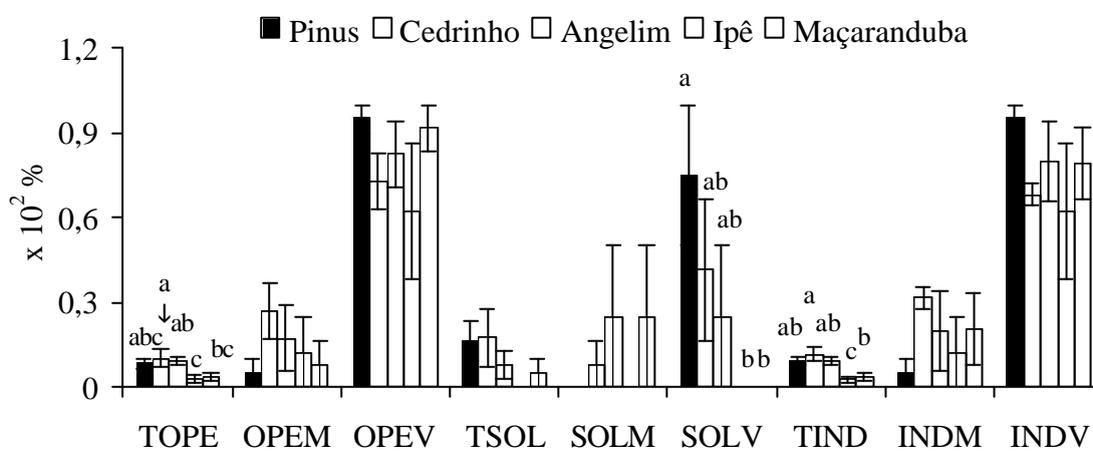


Figura 24. Gráfico geral do experimento contendo os tratamentos Pinus + Pinus, Cedrinho + Pinus, Angelim + Pinus, Maçaranduba + Pinus e Ipê + Pinus. Quarta época de observação (aos 10 dias) de uma população de *Coptotermes gestroi*. Letras minúsculas diferentes dentro do mesmo parâmetro indicam médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. A ausência de letras indica média igual pelo mesmo teste.

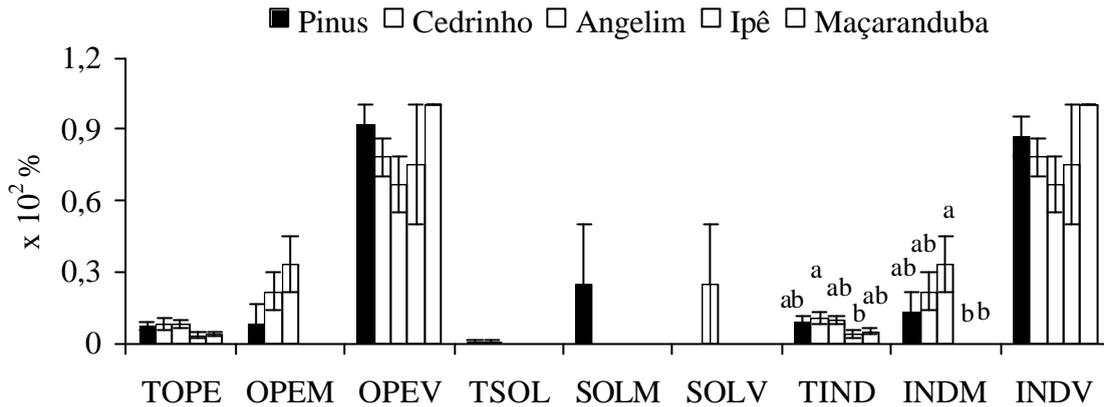


Figura 25. Gráfico geral do experimento contendo os tratamentos Pinus + Pinus, Cedrinho + Pinus, Angelim + Pinus, Maçaranduba + Pinus e Ipê + Pinus. Quinta época de observação (aos 13 dias) de uma população de *Coptotermes gestroi*. Letras minúsculas diferentes dentro do mesmo parâmetro indicam médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. A ausência de letras indica média igual pelo mesmo teste.

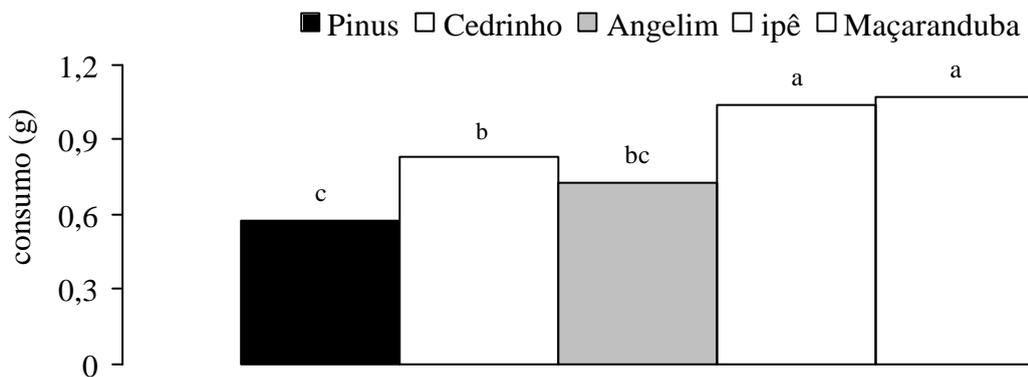


Figura 26. Gráfico do consumo (g) apenas da madeira Pinus, associada a cada tratamento (Pinus + Pinus, Cedrinho + Pinus, Angelim + Pinus, Maçaranduba + Pinus e Ipê + Pinus). Letras minúsculas diferentes indicam médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

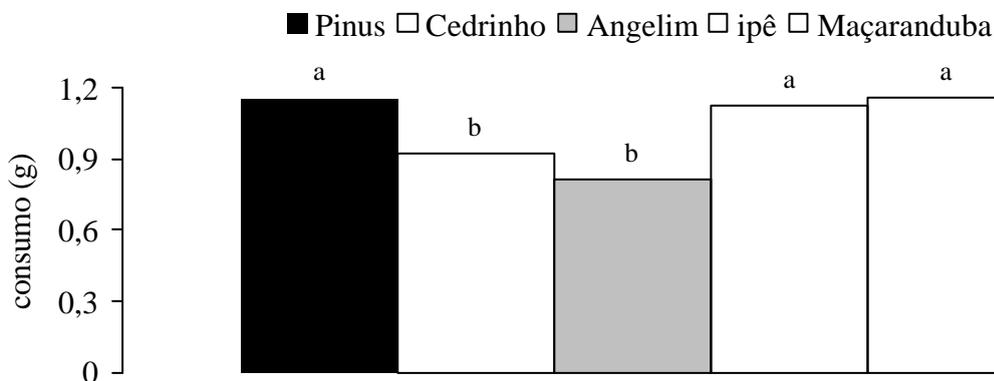


Figura 27. Gráfico do consumo (g) total das madeiras contidas dentro de cada tratamento (Pinus + Pinus, Cedrinho + Pinus, Angelim + Pinus, Maçaranduba + Pinus e Ipê + Pinus). Letras minúsculas diferentes indicam médias significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

4. CONCLUSÃO

O odor da madeira associado com a maior atividade dos indivíduos no início do experimento exerce um papel fundamental para o consumo.

A densidade é um fator que está diretamente relacionado com a palatabilidade das madeiras e influencia diretamente o período de permanência dos indivíduos e, conseqüentemente, o consumo das mesmas.

Cedrinho é mais susceptível ao ataque, por cupins subterrâneos, enquanto que Ipê e Maçaranduba são mais resistentes. Angelim propicia comportamento diferenciado ao consumidor (cupim) entre os dois experimentos e não demonstra padrão específico.

As madeiras com odor mais acentuado propiciam maior atratividade do cupim, principalmente, quando associadas a Pinus (menos densa). Essa influência propicia e estimula o consumo de Pinus.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, R.L. Termites of the neotropical region. In.: ARAUJO, R.L. (Eds). **Biology of termites**. Academic Press, New York and London, pp 527-571, 1970.
- BERTI FILHO, E. Manejo de pragas florestais In: BERTI FILHO, E. (Ed). **Entomologia florestal**. PCMIP/ IPEF/ESALQ-USP, Piracicaba, pp 33, 1993.
- BERTI FILHO, E. Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L.R. (Eds). **Cupins e florestas**. FEALQ, Piracicaba, pp 127-140, 1995.
- CAMARGO-DIETRICH, C. R. R.; COSTA-LEONARDO, A.M . Comportamento intra-específico do cupim *Heterotermes tenuis* em condições de laboratório. **Rev. bras. zool.**, V.17, n.2, p.421-427, 2000.
- CHHOTANI, O. B. A review of the Rhinotermitidae and Stylotermitidae (Isoptera) from the oriental region. **Oriental insects**, V.17, p.109-125, 1983.
- ESENTHER, G.R. Nutritive supplement method to evaluate resistance of natural or preservative-treated wood to subterranean termites. **Journal of economic entomology**, V.70, n.6, p.341-346, 1977.
- FONTES, R.L.; ARAÚJO, R.L. Os cupins. In: FRANCISCO, A. M. (Ed). **Insetos e outros invasores de residências**. FEALQ, Piracicaba, pp 35-90, 1999.
- 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. **Rev. árvore**, Viçosa-MG, V.28, 2004 (*in prelo*).
- WALLER, D.A.; JONES, C.G.; LA FAGE, J.P. Measuring wood preference in termites. **Entomologia experimentalis et applicata**, V.56, p.117-123, 1990.
- WILSON, E. O. **The insect societies**. Cambridge: University Press, 1971.
- WOOD, T.G.; SANDS, W.A. The role of termites in ecosystems. In: BRIAN, M.V. (Ed). **Production ecology of ants and termites**. University Press, Cambridge, pp 245-292, 1978.

6. ANEXOS

6.1. Tabelas da Análise de Variância

Tabela 1. Análise de variância da média percentual do número de operárias em relação ao total do experimento (TOPE). Dados transformados para

C.V. (%)		SQ	G.L.	QM	Fcalc	F5%	F1%	
3,2924977	<i>Blocos</i>	0,000405	2	0,0002024	0,180064	5,143249	10,92485	NS
	<i>Madeiras</i>	0,003908	3	0,0013026	1,15895	4,757055	9,779569	NS
	<i>B*M</i>	0,006744	6	0,0011239				
	Resíduo (a)							
	<i>Parcela</i>	0,011056	11					
1,9473317	<i>Época</i>	0,00141	3	0,0004699	2,068222	4,757055	9,779569	NS
	É*Blocos (b)	0,001363	6	0,0002272				
	<i>É*M</i>	0,006589	9	0,0007322	1,862214	2,456282	3,597052	NS
	Resíduo (c)	0,007077	18	0,0003932				
	<i>Total</i>	0,027496	47					
	<i>Resíduo médio</i>		15,249042	0,0005759				

Tabela 2. Análise de variância da média percentual do número de operárias mortas em relação ao total encontrado dentro de cada tratamento (OPEM). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V. (%)		SQ	G.L.	QM	Fcalc	F5%	F1%	
6,1600558	<i>Blocos</i>	0,036347	2	0,0181734	4,119536	5,143249	10,92485	NS
	<i>Madeiras</i>	0,044442	3	0,014814	3,358025	4,757055	9,779569	NS
	<i>B*M</i>	0,026469	6	0,0044115				
	Resíduo (a)							
	<i>Parcela</i>	0,107258	11					
8,3585736	<i>Época</i>	0,228733	3	0,0762444	12,268791	4,7570552	9,7795692	**
	É*Blocos (b)	0,037287	6	0,0062145				
	<i>É*M</i>	0,266138	9	0,0295709	3,640669	2,456282	3,597052	**
	Resíduo (c)	0,146203	18	0,0081224				
	<i>Total</i>	0,785618	47					
	<i>Resíduo médio</i>		13,382788	0,0071947				

Tabela 3. Análise de variância da média percentual do número de operárias vivas em relação ao total encontrado dentro de cada tratamento (OPEV). Dados transformados para $\sqrt{X + 1}$

C.V. (%)		SQ	G.L.	QM	Fcalc	F5%	F1%
20,60826	<i>Blocos</i>	0,013349	2	0,0066744	0,119756	5,143249	10,92485 <u>NS</u>
	<i>Madeiras</i>	0,334146	3	0,1113819	1,998482	4,757055	9,779569 <u>NS</u>
	<i>B*M</i>	0,3344	6	0,0557333			
	Resíduo (a)						
	<i>Parcela</i>	0,681894	11				
10,381918	<i>Época</i>	0,304692	3	0,1015639	7,9754291	4,7570552	9,7795692 *
	É*Blocos (b)	0,076408	6	0,0127346			
	<i>É*M</i>	0,10331	9	0,0114789	0,811549	2,456282	3,597052 <u>NS</u>
	Resíduo (c)	0,254601	18	0,0141445			
	<i>Total</i>	1,420905	47				
	<i>Resíduo médio</i>		13,855069	0,02454167			

Tabela 4. Análise de variância da média percentual do número de soldados em relação ao total do experimento.(TSOL). Dados transformados para $\sqrt{X + 1}$

C.V. (%)		SQ	G.L.	QM	Fcalc	F5%	F1%
14,786496	<i>Blocos</i>	0,040451	2	0,0202254	0,84404	5,143249	10,92485 <u>NS</u>
	<i>Madeiras</i>	0,041468	3	0,0138225	0,576838	4,757055	9,779569 <u>NS</u>
	<i>B*M</i>	0,143776	6	0,0239626			
	Resíduo (a)						
	<i>Parcela</i>	0,225694	11				
8,4621512	<i>Época</i>	0,009978	3	0,0033259	4,9938438	4,7570552	9,7795692 *
	É*Blocos (b)	0,003996	6	0,000666			
	<i>É*M</i>	0,053981	9	0,0059979	0,764244	2,456282	3,597052 <u>NS</u>
	Resíduo (c)	0,141266	18	0,0078481			
	<i>Total</i>	0,434915	47				
	<i>Resíduo médio</i>		15,001030	0,0118767			

Tabela 5. Análise de variância da média percentual do número de soldados mortos em relação ao total encontrado dentro de cada tratamento (SOLM). Dados transformados para $\sqrt{X + 1}$

C.V. (%)		SQ	G.L.	QM	Fcalc	F5%	F1%
13,890824	<i>Blocos</i>	0,028595	2	0,0142977	0,641855	5,143249	10,92485 <u>NS</u>
	<i>Madeiras</i>	0,002904	3	0,0009681	0,04346	4,757055	9,779569 <u>NS</u>
	<i>B*M</i>	0,133654	6	0,0222757			
	Resíduo (a)						
	<i>Parcela</i>	0,165154	11				
15,543592	<i>Época</i>	0,247184	3	0,0823945	8,1113714	4,7570552	9,7795692 *
	É*Blocos (b)	0,060948	6	0,0101579			
	<i>É*M</i>	0,111129	9	0,0123476	0,442697	2,456282	3,597052 <u>NS</u>
	Resíduo (c)	0,502053	18	0,0278919			
	<i>Total</i>	1,086467	47				
	<i>Resíduo médio</i>		14,499377	0,0264878			

Tabela 6. Análise de variância da média percentual do número de soldados vivos em relação ao total encontrado dentro de cada tratamento (SOLV). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V. (%)		SQ	G.L.	QM	Fcalc	F5%	F1%	
19,000777	<i>Blocos</i>	0,050042	2	0,025021	0,620088	5,143249	10,92485	<u>NS</u>
	<i>Madeiras</i>	0,246732	3	0,0822439	2,038224	4,757055	9,779569	<u>NS</u>
	<i>B*M</i>	0,242105	6	0,0403508				
	Resíduo(a)							
	<i>Parcela</i>	0,538879	11					
C.V. (%)		SQ	G.L.	QM	Fcalc	F5%	F1%	
9,5320164	<i>Época</i>	0,023742	3	0,007914	2,2034134	4,7570552	9,7795692	<u>NS</u>
	É*Blocos (b)	0,02155	6	0,0035917				
	<i>É*M</i>	0,08542	9	0,0094912	0,934631	2,456282	3,597052	<u>NS</u>
	Resíduo (c)	0,18279	18	0,010155				
	<i>Total</i>	0,852381	47					
	<i>Resíduo médio</i>		13,813925	0,0177039				

Tabela 7. Análise de variância da média percentual do número de indivíduos (soldados e operárias) em relação ao total do experimento(TIND). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V. (%)		SQ	G.L.	QM	Fcalc	F5%	F1%	
4,198214	<i>Blocos</i>	0,00124	2	0,0006202	0,337468	5,143249	10,92485	<u>NS</u>
	<i>Madeiras</i>	0,005444	3	0,0018148	0,987473	4,757055	9,779569	<u>NS</u>
	<i>B*M</i>	0,011027	6	0,0018378				
	Resíduo (a)							
	<i>Parcela</i>	0,017712	11					
C.V. (%)		SQ	G.L.	QM	Fcalc	F5%	F1%	
2,244257	<i>Época</i>	0,001274	3	0,0004247	2,2131318	4,7570552	9,7795692	<u>NS</u>
	É*Blocos (b)	0,001151	6	0,0001919				
	<i>É*M</i>	0,007952	9	0,0008835	1,682263	2,456282	3,597052	<u>NS</u>
	Resíduo (c)	0,009454	18	0,0005252				
	<i>Total</i>	0,037543	47					
	<i>Resíduo médio</i>		14,417945	0,0008534				

Tabela 8. Análise de variância da média percentual do número de indivíduos mortos (soldados e operárias) em relação ao total dentro de cada tratamento (INDM). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V. (%)		SQ	G.L.	QM	Fcalc	F5%	F1%	
12,394871	<i>Blocos</i>	0,002665	2	0,0013324	0,069997	5,143249	10,92485	<u>NS</u>
	<i>Madeiras</i>	0,021807	3	0,007269	0,381878	4,757055	9,779569	<u>NS</u>
	<i>B*M</i>	0,114209	6	0,0190349				
	Resíduo (a)							
	<i>Parcela</i>	0,138681	11					
C.V. (%)		SQ	G.L.	QM	Fcalc	F5%	F1%	
10,597159	<i>Época</i>	0,536778	3	0,1789259	23,993067	4,7570552	9,7795692	**
	É*Blocos (b)	0,044744	6	0,0074574				
	<i>É*M</i>	0,144271	9	0,0160301	1,152101	2,456282	3,597052	<u>NS</u>
	Resíduo (c)	0,250448	18	0,0139138				
	<i>Total</i>	1,114922	47					
	<i>Resíduo médio</i>		15,889096	0,0151941				

Tabela 9. Análise de variância da média percentual do número de indivíduos vivos (soldados e operárias) em relação ao total dentro de cada tratamento (INDV). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V. (%)		SQ	G.L.	QM	F _{calc}	F5%	F1%	
19,813695	<i>Blocos</i>	0,009515	2	0,0047577	0,093688	5,143249	10,92485	<u>NS</u>
	<i>Madeiras</i>	0,353757	3	0,117919	2,322046	4,757055	9,779569	<u>NS</u>
	<i>B*M</i>	0,304694	6	0,0507824				
	Resíduo (a)							
	<i>Parcela</i>	0,667967	11					
10,416361	<i>Época</i>	0,250817	3	0,0836057	8,6754903	4,7570552	9,7795692	*
	É*Blocos (b)	0,057822	6	0,009637				
	<i>É*M</i>	0,094286	9	0,0104762	0,746433	2,456282	3,597052	<u>NS</u>
	Resíduo (c)	0,252631	18	0,0140351				
	<i>Total</i>	1,323523	47					
	<i>Resíduo médio</i>		14,263576	0,0232219				

Tabela 10. Análise de variância da média percentual do número de operárias em relação ao total do experimento (TOPE). Segundo experimento (repetição). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V. (%)		SQ	G.L.	QM	F _{calc}	F5%	F1%	
4,009954	<i>Blocos</i>	0,004956	3	0,001652	0,98245	3,862539	6,991968	<u>NS</u>
	<i>Madeiras</i>	0,00588	3	0,00196	1,165586	3,862539	6,991968	<u>NS</u>
	<i>B*M</i>	0,015135	9	0,001682				
	Resíduo (a)							
	<i>Parcela</i>	0,025972	15					
2,394374	<i>Época</i>	0,001116	2	0,000558	1,9044369	5,1432494	10,92485	<u>NS</u>
	É*Blocos (b)	0,001756	6	0,000293				
	<i>É*M</i>	0,006983	6	0,001164	1,941041	2,661302	4,014623	<u>NS</u>
	Resíduo (c)	0,010792	18	0,0006				
	<i>Total</i>	0,046618	47					
	<i>Resíduo médio</i>		16,800914	0,0009603				

Tabela 11. Análise de variância da média percentual do número de operárias mortas em relação ao total encontrado dentro de cada tratamento (OPEM). Segundo experimento (repetição). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V. (%)		SQ	G.L.	QM	F _{calc}	F5%	F1%	
17,75959	<i>Blocos</i>	0,075474	3	0,025158	0,627096	3,862539	6,991968	<u>NS</u>
	<i>Madeiras</i>	0,229346	3	0,076449	1,905571	3,862539	6,991968	<u>NS</u>
	<i>B*M</i>	0,361066	9	0,040118				
	Resíduo (a)							
	<i>Parcela</i>	0,665886	15					
15,14399	<i>Época</i>	0,098144	2	0,049072	6,4772967	5,1432494	10,92485	*
	É*Blocos (b)	0,045454	6	0,007576				
	<i>É*M</i>	0,147556	6	0,024593	0,843037	2,661302	4,014623	<u>NS</u>
	Resíduo (c)	0,525087	18	0,029172				
	<i>Total</i>	1,482127	47					
	<i>Resíduo médio</i>		16,042247	0,03282049				

Tabela 12. Análise de variância da média percentual do número de operárias vivas em relação ao total encontrado dentro de cada tratamento (OPEV). Segundo experimento (repetição). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V. (%)		SQ	G.L.	QM	F _{calc}	F5%	F1%	
16,65271	<i>Blocos</i>	0,167278	3	0,055759	1,65841	3,862539	6,991968	<u>NS</u>
	<i>Madeiras</i>	0,095402	3	0,031801	0,945827	3,862539	6,991968	<u>NS</u>
	<i>B*M</i>	0,302599	9	0,033622				
	Resíduo (a)							
	<i>Parcela</i>	0,565279	15					
13,24659	<i>Época</i>	0,068331	2	0,034166	2,5423023	5,1432494	10,92485	<u>NS</u>
	É*Blocos (b)	0,080632	6	0,013439				
	<i>É*M</i>	0,169425	6	0,028238	1,327283	2,661302	4,014623	<u>NS</u>
	Resíduo (c)	0,382945	18	0,021275				
	<i>Total</i>	1,266613	47					
	<i>Resíduo médio</i>		16,487375	0,0253905				

Tabela 13. Análise de variância da média percentual do número de soldados em relação ao total do experimento.(TSOL). Segundo experimento (repetição). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V. (%)		SQ	G.L.	QM	F _{calc}	F5%	F1%	
8,655794	<i>Blocos</i>	0,010723	3	0,003574	0,448356	3,862539	6,991968	<u>NS</u>
	<i>Madeiras</i>	0,016029	3	0,005343	0,67025	3,862539	6,991968	<u>NS</u>
	<i>B*M</i>	0,071746	9	0,007972				
	Resíduo (a)							
	<i>Parcela</i>	0,098498	15					
4,362541	<i>Época</i>	0,010882	2	0,005441	16,002941	5,1432494	10,92485	**
	É*Blocos (b)	0,002039	6	0,00034				
	<i>É*M</i>	0,013061	6	0,002177	1,075021	2,661302	4,014623	<u>NS</u>
	Resíduo (c)	0,03645	18	0,002025				
	<i>Total</i>	0,160929	47					
	<i>Resíduo médio</i>		15,86186	0,004007				

Tabela 14. Análise de variância da média percentual do número de soldados mortos em relação ao total encontrado dentro de cada tratamento (SOLM). Segundo experimento (repetição). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V. (%)		SQ	G.L.	QM	F _{calc}	F5%	F1%	
12,18941	<i>Blocos</i>	0,054112	3	0,018037	1,105675	3,862539	6,991968	<u>NS</u>
	<i>Madeiras</i>	0,054112	3	0,018037	1,105675	3,862539	6,991968	<u>NS</u>
	<i>B*M</i>	0,146821	9	0,016313				
	Resíduo (a)							
	<i>Parcela</i>	0,255046	15					
12,27896	<i>Época</i>	0,013132	2	0,006566	0,4078768	5,1432494	10,92485	<u>NS</u>
	É*Blocos (b)	0,096588	6	0,016098				
	<i>É*M</i>	0,135828	6	0,022638	1,367521	2,661302	4,014623	<u>NS</u>
	Resíduo(c)	0,297973	18	0,016554				
	<i>Total</i>	0,798567	47					
	<i>Resíduo médio</i>		14,661849	0,0164739				

Tabela 15. Análise de variância da média percentual do número de soldados vivos em relação ao total encontrado dentro de cada tratamento (SOLV). Segundo experimento (repetição). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V. (%)		SQ	G.L.	QM	Fcalc	F5%	F1%	
18,54254	<i>Blocos</i>	0,054112	3	0,018037	0,447819	3,862539	6,991968	<u>NS</u>
	<i>Madeiras</i>	0,194654	3	0,064885	1,61091	3,862539	6,991968	<u>NS</u>
	<i>B*M</i>	0,362505	9	0,040278				
	Resíduo (a)							
	<i>Parcela</i>	0,611272	15					
11,93585	<i>Época</i>	0,054808	2	0,027404	3,2858513	5,1432494	10,92485	<u>NS</u>
	É*Blocos (b)	0,050042	6	0,00834				
	<i>É*M</i>	0,252645	6	0,042108	2,523019	2,661302	4,014623	<u>NS</u>
	Resíduo(c)	0,300408	18	0,016689				
	<i>Total</i>	1,269175	47					
	<i>Resíduo médio</i>		16,979308	0,0245523				

Tabela 16. Análise de variância da média percentual do número de indivíduos (soldados e operárias) em relação ao total do experimento(TIND). Segundo experimento (repetição). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V. (%)		SQ	G.L.	QM	Fcalc	F5%	F1%	
4,14891	<i>Blocos</i>	0,005803	3	0,001934	1,070932	3,862539	6,991968	<u>NS</u>
	<i>Madeiras</i>	0,007356	3	0,002452	1,357503	3,862539	6,991968	<u>NS</u>
	<i>B*M</i>	0,016257	9	0,001806				
	Resíduo (a)							
	<i>Parcela</i>	0,029417	15					
2,554619	<i>Época</i>	0,001795	2	0,000897	5,0393258	5,1432494	10,92485	<u>NS</u>
	É*Blocos (b)	0,001069	6	0,000178				
	<i>É*M</i>	0,007773	6	0,001295	1,891698	2,661302	4,014623	<u>NS</u>
	Resíduo(c)	0,012327	18	0,000685				
	<i>Total</i>	0,05238	47					
	<i>Resíduo médio</i>		16,895076	0,0010587				

Tabela 17. Análise de variância da média percentual do número de indivíduos mortos (soldados e operárias) em relação ao total dentro de cada tratamento (INDM). Segundo experimento (repetição). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V. (%)		SQ	G.L.	QM	Fcalc	F5%	F1%	
16,71926	<i>Blocos</i>	0,063303	3	0,021101	0,60251	3,862539	6,991968	<u>NS</u>
	<i>Madeiras</i>	0,202301	3	0,067434	1,925485	3,862539	6,991968	<u>NS</u>
	<i>B*M</i>	0,315195	9	0,035022				
	Resíduo (a)							
	<i>Parcela</i>	0,580799	15					
14,64367	<i>Época</i>	0,096695	2	0,048348	6,0556112	5,1432494	10,92485	*
	É*Blocos (b)	0,047901	6	0,007984				
	<i>É*M</i>	0,138575	6	0,023096	0,859665	2,661302	4,014623	<u>NS</u>
	Resíduo (c)	0,483588	18	0,026866				
	<i>Total</i>	1,347559	47					
	<i>Resíduo médio</i>		15,844086	0,0295846				

Tabela 18. Análise de variância da média percentual do número de indivíduos vivos (soldados e operárias) em relação ao total dentro de cada tratamento (INDV). Segundo experimento (repetição). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V. (%)		SQ	G.L.	QM	Fcalc	F5%	F1%
14,74365	<i>Blocos</i>	0,186226	3	0,062075	2,278611	3,862539	6,991968 <u>NS</u>
	<i>Madeiras</i>	0,175826	3	0,058609	2,15136	3,862539	6,991968 <u>NS</u>
	B*M	0,245184	9	0,027243			
	Resíduo (a)						
	<i>Parcela</i>	0,607236	15				
C.V. (%)		SQ	G.L.	QM	Fcalc	F5%	F1%
14,08901	<i>Época</i>	0,040039	2	0,02002	1,5023263	5,1432494	10,92485 <u>NS</u>
	É*Blocos (b)	0,079955	6	0,013326			
	<i>É*M</i>	0,183829	6	0,030638	1,231583	2,661302	4,014623 <u>NS</u>
	Resíduo(c)	0,447788	18	0,024877			
	<i>Total</i>	1,358848	47				
	<i>Resíduo médio</i>		16,487375	0,0253905			

Tabela 19. Análise de variância da média percentual do número de operárias em relação ao total do experimento (TOPE). Terceiro experimento. Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V. %		SQ	GL	QM	Fcalc	F5%	F1%
1,8956851	<i>Blocos</i>	0,00290	3	0,000967	2,51560	3,4903	5,95253 <u>NS</u>
	<i>Madeiras</i>	0,00033	4	8,27E-05	0,21498	3,25916	5,41195 <u>NS</u>
	B*madeira (a)	0,00461	12	0,000385			
	<i>Parcelas</i>	0,007847	19				
C.V. %		SQ	GL	QM	Fcalc	F5%	F1%
1,1955259	<i>épocas</i>	0,00200	4	0,000501	2,13191	3,25916	5,41195 <u>NS</u>
	épocas*blocos (b)	0,00282	12	0,000235			
	<i>épocas*madeiras</i>	0,01373	16	0,000858	5,61240	1,85917	2,39851 **
	Resíduo (c)	0,00734	48	0,000153			
	<i>Total</i>	0,03374	99				
	<i>Resíduo médio</i>		49,50636	0,000199			

Tabela 20. Análise de variância da média percentual do número de operárias em relação ao total do experimento (OPEM). Terceiro experimento. Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V. %		SQ	GL	QM	Fcalc	F5%	F1%
8,55445302	<i>Blocos</i>	0,010936	3	0,003645	0,441381	3,4903	5,952529 <u>NS</u>
	<i>Madeiras</i>	0,043409	4	0,010852	1,313961	3,25916	5,411948 <u>NS</u>
	B*madeira (a)	0,099109	12	0,008259			
	<i>Parcelas</i>	0,153454	19				
C.V. %		SQ	GL	QM	Fcalc	F5%	F1%
7,16943376	<i>épocas</i>	0,047814	4	0,011954	1,6649025	3,2591601	5,4119482 <u>NS</u>
	épocas*blocos (b)	0,086156	12	0,00718			
	<i>épocas*madeiras</i>	0,162404	16	0,01015	1,749675	1,859167	2,398508 <u>NS</u>
	Resíduo (c)	0,278458	48	0,005801			
	<i>Total</i>	0,728286	99				
	<i>Resíduo médio</i>		42,648483	0,0062928			

Tabela 21. Análise de variância da média percentual do número de operárias em relação ao total do experimento (OPEV). Terceiro experimento. Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V %		SQ	GL	QM	Fcalc	F5%	F1%
7,35190456	<i>Blocos</i>	0,04802	3	0,016007	1,622416	3,4903	5,952529 NS
	<i>Madeiras</i>	0,096464	4	0,024116	2,444389	3,25916	5,411948 <u>NS</u>
	B*madeira (a)	0,11839	12	0,009866			
	<i>Parcelas</i>	0,262874	19				
C.V %		SQ	GL	QM	Fcalc	F5%	F1%
6,93029073	<i>épocas</i>	0,03241	4	0,008102	1,0677385	5,1432494	10,92485 NS
	épocas*blocos (b)	0,091061	12	0,007588			
	<i>épocas*madeiras</i>	0,072228	16	0,004514	0,514933	1,859167	2,398508 NS
	Resíduo (c)	0,420803	48	0,008767			
	<i>Total</i>	0,879375	99				
	<i>Resíduo médio</i>		41,939054	0,0089865			

Tabela 22. Análise de variância da média percentual do número de operárias em relação ao total do experimento (TSOL). Terceiro experimento. Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V %		SQ	GL	QM	Fcalc	F5%	F1%
6,93446	<i>Blocos</i>	0,00282	3	0,000941	0,17398	3,4903	5,95255 <u>NS</u>
	<i>Madeiras</i>	0,02979	4	0,007447	1,37724	3,25916	5,41195 NS
	B*madeira (a)	0,06489	12	0,005408			
	<i>Parcelas</i>	0,09750	19				
C.V %		SQ	GL	QM	Fcalc	F5%	F1%
5,02297	<i>épocas</i>	0,11440	4	0,028599	53,7575	5,14325	10,9248 **
	épocas*blocos (b)	0,00638	12	0,000532			
	<i>épocas*madeiras</i>	0,04044	16	0,002528	0,89092	1,85917	2,39851 <u>NS</u>
	Resíduo (c)	0,13619	48	0,002837			
	<i>Total</i>	0,39491	99				
	<i>Resíduo médio</i>		42,35340	0,003351			

Tabela 23. Análise de variância da média percentual do número de operárias em relação ao total do experimento (SOLM). Terceiro experimento. Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V %		SQ	GL	QM	Fcalc	F5%	F1%
9,90212343	<i>Blocos</i>	0,041318	3	0,013773	1,235641	3,4903	5,952529 <u>NS</u>
	<i>Madeiras</i>	0,020152	4	0,005038	0,451997	3,25916	5,411948 <u>NS</u>
	B*madeira (a)	0,133756	12	0,011146			
	<i>Parcelas</i>	0,195226	19				
C.V %		SQ	GL	QM	Fcalc	F5%	F1%
12,705599	<i>épocas</i>	0,073678	4	0,018419	1,1590838	5,1432494	10,92485 NS
	épocas*blocos (b)	0,190689	12	0,015891			
	<i>épocas*madeiras</i>	0,348881	16	0,021805	1,188211	1,859167	2,398508 NS
	Resíduo (c)	0,880857	48	0,018351			
	<i>Total</i>	1,689332	99				
	<i>Resíduo médio</i>		38,486082	0,016910			

Tabela 24. Análise de variância da média percentual do número de operárias em relação ao total do experimento (SOLV). Terceiro experimento. Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V %		SQ	GL	QM	Fcalc	F5%	F1%
15,054129	<i>Blocos</i>	0,018332	3	0,006111	0,193968	3,4903	5,952529 NS
	<i>Madeiras</i>	0,161164	4	0,040291	1,27894	3,25916	5,411948 NS
	B*madeira (a)	0,378041	12	0,031503			
	<i>Parcelas</i>	0,557537	19				
13,6099479	<i>épocas</i>	1,006821	4	0,251705	35,1053	5,1432494	10,92485 **
	épocas*blocos (b)	0,086036	12	0,00717			
	<i>épocas*madeiras</i>	0,736811	16	0,046051	1,788449	1,859167	2,398508 NS
	Resíduo (c)	1,23595	48	0,025749			
	<i>Total</i>	3,623154	99				
	<i>Resíduo médio</i>		42,264244	0,026900			

Tabela 25. Análise de variância da média percentual do número de operárias em relação ao total do experimento (TIND). Terceiro experimento. Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V %		SQ	GL	QM	Fcalc	F5%	F1%
1,38295143	<i>Blocos</i>	0,002914	3	0,000971	4,68666	3,4903	5,952529 *
	<i>Madeiras</i>	0,00223	4	0,000558	2,690248	3,25916	5,411948 NS
	B*madeira (a)	0,002487	12	0,000207			
	<i>Parcelas</i>	0,007632	19				
1,4879631	<i>épocas</i>	0,001939	4	0,000485	2,4871795	5,1432494	10,92485 NS
	épocas*blocos (b)	0,002344	12	0,000195			
	<i>épocas*madeiras</i>	0,015354	16	0,00096	3,999366	1,859167	2,398508 **
	Resíduo (c)	0,011517	48	0,00024			
	<i>Total</i>	0,038786	99				
	<i>Resíduo médio</i>		40,576617	0,000233			

Tabela 26. Análise de variância da média percentual do número de operárias em relação ao total do experimento (INDM). Terceiro experimento. Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V %		SQ	GL	QM	Fcalc	F5%	F1%
6,81321467	<i>Blocos</i>	0,004244	3	0,001415	0,26275	3,4903	5,952529 NS
	<i>Madeiras</i>	0,02147	4	0,005368	0,997047	3,25916	5,411948 NS
	B*madeira (a)	0,064602	12	0,005383			
	<i>Parcelas</i>	0,090316	19				
7,09501359	<i>épocas</i>	0,032911	4	0,008228	1,7883069	5,1432494	10,92485 NS
	épocas*blocos (b)	0,055213	12	0,004601			
	<i>épocas*madeiras</i>	0,183339	16	0,011459	1,962772	1,859167	2,398508 *
	Resíduo (c)	0,280225	48	0,005838			
	<i>Total</i>	0,642003	99				
	<i>Resíduo médio</i>		40,945860	0,005747			

Tabela 27. Análise de variância da média percentual do número de operárias em relação ao total do experimento (INDV). Terceiro experimento. Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

C.V %		SQ	GL	QM	Fcalc	F5%	F1%	
6,94894725	<i>Blocos</i>	0,033459	3	0,011153	1,286086	3,4903	5,952529	NS
	<i>Madeiras</i>	0,065405	4	0,016351	1,885504	3,25916	5,411948	<u>NS</u>
	B*madeira (a)	0,104066	12	0,008672				
	<i>Parcelas</i>	0,20293	19					
6,89128899	<i>épocas</i>	0,019283	4	0,004821	0,565231	2,565244	3,737398	<u>NS</u>
	épocas*blocos (b)	0,082108	12	0,006842				
	<i>épocas*madeiras</i>	0,078415	16	0,004901	0,574634	1,859167	2,398508	<u>NS</u>
	Resíduo (c)	0,409383	48	0,008529				
	<i>Total</i>	0,79212	99					
	<i>Resíduo médio</i>		41,464086	0,008557				

CAPÍTULO III

COMPORTAMENTO DO CUPIM SUBTERRÂNEO ASIÁTICO *Coptotermes Gestroi* WASMANN (ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE), RELATIVO A ATRATIVIDADE E O CONSUMO DE MADEIRA TRATADA COM DUAS FONTES E TRÊS DOSES DE NITROGÊNIO

RESUMO

Capítulo 3 - Comportamento do cupim subterrâneo asiático *Coptotermes gestroi* Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae), relativo a atratividade e o consumo de madeira tratada com duas fontes e três doses de nitrogênio

O estudo determinou que existe influência positiva no consumo da madeira quando nitrogênio é aplicado, em compensação, este mesmo tratamento influenciou na maior mortalidade dos insetos devido ao desenvolvimento do fungo entomopatogênico *Metarhizium sp.* nas estacas. O nitrogênio na forma amoniacal apresentou menor preferência de consumo, assim como piores condições para o desenvolvimento do fungo.

ABSTRACT

Chapter 3. Behavior of *Coptotermes Gestroi* Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae), regarding the attractiveness and consumption of wood treated with two sources and three doses of nitrogen

In summary, it was ended that positive influence exists in the wood consumption when nitrogen was applied, in compensation, this same treatment influenced in the largest mortality of the insects due to the development of the entomopathogenic fungus *Metarhizum anisoplae* on the stakes, where the nitrogen in the ammoniac form presented smaller consumption preference, as well as worse conditions for the fungus development.

INTRODUÇÃO

Os térmitas desempenham uma importante função no processo de decomposição nos ecossistemas de savanas e floresta tropical. Nos solos de savanas da América do Sul cupinzeiros são abundantes e seu estabelecimento está fortemente relacionado a propriedades físicas do solo (LÓPEZ-HERNÁNDEZ, 2001). Segundo LÓPEZ-HERNÁNDEZ (2001), estudando o cupim *Nasutitermes ephratae*, constatou que os solos dos montículos ou “murundúns” apresentaram um pH mais elevado do que os solos adjacentes. Essa elevação do pH está associada com um aumento correspondente nos cátions solúveis. Ele constatou também que a produção de amônia no solo adjacente foi muito menor, entre 20,4 e 39,9 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, enquanto que nos murundúns o valor aumentou para 1528 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Observou também que 20 % do nitrogênio encontrado, estava sob a forma inorgânica. Em seus estudos, a produção de nitrato foi negligenciada em ambos. Conseqüentemente, a taxa de nitrificação não foi afetada pela produção de amônia. Porém, BARNES *et al.* (1992) em estudos realizados na Austrália, verificaram que a concentração de nitrato na superfície do murundum ou montículo revelaram concentrações acima de 2000 ppm. Pelo menos duas ordens de magnitude maior do que o solo no entorno. Observaram também que ambas concentrações (amônia e nitrato) foram elevadas dentro do montículo, aumentando para um máximo, quando se busca próximo da superfície. No interior da estrutura do montículo, a concentração de nitrato foi geralmente menor do que a concentração de amônia. Todavia, na superfície, a concentração de nitrato aumenta por duas vezes mais, enquanto a concentração de amônia permanece estável.

Sabe-se que a fixação de nitrogênio ocorre no intestino posterior de térmitas que digerem celulose (BREZNAK *et al.*, 1973). Entretanto, tem-se observado uma concentração máxima de nitrato na parede exterior dos cupinzeiros. É possível que o nitrato seja derivado também de aditivos usados (cimento, por exemplo) e possivelmente de secreções de térmitas (GILLMAN *et al.*, 1972).

As bactérias encontradas no interior dos ninhos (seja no intestino posterior dos cupins, ou seja vivendo livremente na estrutura) fixam nitrogênio na forma de amônia, que por sua vez, através da atividade de certas bactérias, é oxidada a nitrato. Quando o montículo desidrata, o nitrato é (provavelmente) conduzido até a superfície do mesmo, por capilaridade, enquanto que a amônia (por ter menor mobilidade), permanece mais no interior (BARNES *et al.*, 1992).

Segundo BRUNE (1998) a digestão dos cupins é auxiliada parcialmente pela capacidade enzimática dos mesmos e parcialmente através de relações simbióticas com micro-organismos. O aparelho digestivo da maioria dos animais abriga microorganismos anaeróbicos que despolimerizam e fermentam desde polissacarídeos até ácidos graxos.

Segundo NOIROT & NOIROT-TIMOTHÉE (1969), cupins que se alimentam de húmus têm um tubo digestivo bastante longo quando comparado com o de espécies exclusivamente xilófagas. Todavia, a presença de um tubo digestivo curto, de uma moela provida de armadura cuticular desenvolvida e de uma região dilatada no intestino posterior, na pança de *C. gestroi*, sugere uma dieta de alimento mais consistente, ou seja, madeira (BARSOTTI & COSTA-LEONARDO, 2000).

BRUNE (1998) ao estudar *Reticulitermes flavipes*, encontrou em seu intestino, bactérias ácido-láticas aero-tolerantes (58%), enterobactérias anaeróbicas facultativas (20%) e uma fração significativa de bactérias estritamente aeróbicas (22%). No entanto, uma espécie de *Enterococcus sp.*, representando o grupo das bactérias ácido-láticas, sendo essa a mais significativa.

Em cupins inferiores, os flagelados anaeróbicos atuam na degradação da celulose, porém, a maioria dos térmitas (cupins superiores) não possui tais simbioses. Atualmente, se aceita que todos os cupins (incluindo aqueles contendo protozoários degradadores de celulose no intestino posterior) possuem enzimas celulases endógenas (endo- β -1,4-glucanases e β -glucosidases) que são secretadas por glândulas salivares e talvez também pelo epitélio do intestino médio (WATANABE *et al.*, 1997; INOUE *et al.*, 1997; TOKUDA *et al.*, 1997). Além desses microorganismos, existem também bactérias que atuam na fixação biológica de nitrogênio, fornecendo fontes de nitrogênio aos cupins.

Segundo MEI-JIANGFENG *et al.* (2002) nos seus estudos com *C. formosanus*, verificaram que esses possuíam uma alta taxa de fixação de nitrogênio oriunda da associação com a *Citrobacter* spp. Trata-se de um grupo de bactérias anaeróbicas facultativas, sempre presentes no intestino dos térmitas e que têm atividades somente em condições anaeróbicas. WALLER *et al.* (1989) encontraram uma significativa relação positiva entre média de peso fresco de *C. formosanus* e a atividade da enzima nitrogenase. Além disso, demonstraram que o conteúdo de nitrogênio do alimento, bem como o estado fisiológico dos térmitas, afetaram a atividade de fixação de nitrogênio. Contudo, CURTIS & WALLER (1997), ao estudarem a relação entre o teor de nitrogênio no alimento, bem como a taxa de fixação de nitrogênio, em dez colônias de *Reticulitermes* sp. não encontraram correlação entre os dois parâmetros. BRENT e TRANIELLO (2002) nos estudos com *Zootermopsis angusticollis* (Isoptera: Termopsidae), verificaram que o aumento da dieta com nitrogênio causa perda de massa corporal nas fêmeas primárias e nas formas neotênicas. Segundo os autores, isto se deve ao aumento do conteúdo de nitrogênio na alimentação de indivíduos reprodutivos.

TAYASU (1998) registrou que a fixação simbiótica de nitrogênio contribui, significativamente, para a economia de nitrogênio em alguns térmitas que se alimentam de madeira. De acordo com o autor as taxas de carbono e nitrogênio são distintas entre térmitas subterrâneos que são cultivadores de fungo. CURTIS & WALLER (1998), observaram que a atividade da nitrogenase, em *R. flavipes* e *R. virginicus*, é maior no outono e na primavera, porém, menor no inverno e no verão. Segundo suas observações essa atividade foi, significativamente, maior nas operárias, quando comparadas com outras castas.

A grande maioria dos insetos elimina nitrogênio sob a forma de ácido úrico. Porém, térmitas, de forma atípica, não liberam ácido úrico (POTRIKUS & BREZNAK, 1980). De forma semelhante às baratas (COCHRAN, 1985), os térmitas, armazenam-no em células especializadas ricas em lipídios (urócitos). Segundo POTRIKUS e BREZNAK (1981) os túbulos de Malpighi de *R. flavipes* são capazes de transportar ácido úrico e no intestino posterior do mesmo encontram-se bactérias que são capazes de utilizá-lo. Porém, eles não conseguiram demonstrar a mobilização e armazenagem em corpos lipídicos, tal como ocorre em baratas.

O nitrogênio na forma de ácido úrico, em *N. walkeri*, representa uma maior fração do total de nitrogênio nos insetos mais velhos, demonstrando que existe uma ligação com o armazenamento e conseqüentemente que nenhuma reciclagem ocorre (CHAPPELL & SLAYTOR, 1993).

Sabendo-se que os cupins exercem grande influência na ciclagem de nitrogênio, este capítulo teve como objetivo estudar a influência de duas fontes de nitrogênio (Nitrato e Amônia) sobre o forrageamento e consumo de madeira por uma população do cupim subterrâneo *C. gestroi*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no laboratório do Centro Integrado de Manejo de Pragas Urbanas e Rurais “Cincinnati Rory Gonçalves” da UFRRJ, Seropédica, RJ. O delineamento experimental foi o de blocos inteiramente casualizados, seguindo um arranjo em parcelas subdivididas no tempo, tendo duas fontes de nitrogênio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ e $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), três concentrações (0, 0.5 e 1 Molar), cinco épocas de observação (1, 4, 7, 10 e 13 dias após) e quatro repetições.

Um recipiente central interligado a cinco recipientes menores por tubulações (tubos usados em aquários), foi instalado e considerado como bloco (FIGURA ANEXADA 2).

Os recipientes e os tubos foram escurecidos com papel “contact” preto para evitar a interferência e influência da luz. No recipiente central colocaram-se 20 gramas de vermiculita. Esta era umedecida, periodicamente, até o final do experimento.

Desde o início até o final do experimento usou-se 20 ml de água destilada por semana.

No recipiente central, colocaram-se 100 operárias e 20 soldados. Os cupins foram coletados e criados dentro de gavetas preenchidas com serragem (FIGURAS ANEXADAS 3).

Nos recipientes periféricos, foram sorteadas as estacas de madeira *Pinus* (dimensões: 5x2x2cm). Cada estaca foi secada por 24 horas a 100°C e pesada. Posteriormente, as mesmas foram mergulhadas nas respectivas soluções em três diferentes concentrações (0, 0.5 e 1 Molar) por 24 horas.

No decorrer do experimento, semanalmente, as estacas foram molhadas com 0,7 ml de suas respectivas soluções, na frequência de duas vezes, totalizando 1,4 ml. Na tampa de cada recipiente, foram feitos dez furos pequenos, no sentido de permitir uma maior aeração, sendo que ao longo do experimento, cada tampa foi coberta com papel alumínio, visando diminuir a luminosidade.

Durante os períodos de observação, analisaram-se as seguintes características: total de indivíduos (operárias + soldados) (TIND), total de operária (TOPE), total de soldado (TSOL), operárias vivas (OPEV), soldados vivos (SOLV), indivíduos vivos (operárias + soldados) (INDV), soldados mortos (SOLM), operárias mortas (OPEM) e indivíduos mortos (operárias + soldados) (INDM) que migraram para cada pote periférico. Todas essas características foram obtidas através de observações direta nos potes periféricos, que continham cada tipo de essência florestal.

A obtenção dos valores referentes à percentagem nas características TIND, TOPE e TSOL, foi possível contando-se o número de insetos nos potes periféricos (tratamentos) e dividindo-o pelo total de indivíduos colocados no início do experimento. A cada retirada dos indivíduos mortos, o número total era corrigido, visando à próxima observação. As demais características foram determinadas, objetivando constatar, dentre os indivíduos presentes em cada tratamento, quais estavam vivos e quais estavam mortos. Assim, as percentagens foram calculadas, dividindo-se o número de indivíduos (mortos ou vivos) dentro de cada tratamento, pelo total encontrado dentro de cada um.

Por ocasião da última observação, analisou-se também o consumo de madeira. Esse foi determinado pesando-se cada estaca, que foi secada novamente a 100°C, durante 24 horas. A quantidade de madeira consumida foi obtida ao comparar o peso inicial com o peso final de cada substrato. No entanto, a presença de sais na solução, interfere no peso de cada substrato (estaca). Visando anular esse efeito de mascaramento, fez-se o mergulho extra de cada estaca nas respectivas soluções e

pesando-as novamente (cinco vezes). Desse modo, determinou-se o ganho de peso médio adquirido pelo acúmulo de sal. O valor obtido foi descontado das estacas, submetidas às condições experimentais.

Todos os dados do experimento foram transformados para proporção, em virtude de se tratar de uma população finita. A cada observação descontavam-se os mortos da população total. Visto que os dados provenientes de contagens não se apresentam distribuídos normalmente, todas as análises tiveram dados transformados para raiz $(x+1)$, visando diminuir, efetivamente, os coeficientes de variação. Todos os dados apresentaram homogeneidade de variância pelo Teste de Cochran.

1. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o experimento observou-se o desenvolvimento crescente de fungo entomopatogênico *Metarhizum sp.* sobre as estacas (FIGURA 28). Esse fungo vem sendo utilizado no controle de cupins (NEVES & ALVES, 1999) e sua interferência no experimento está relacionada com a realização de estudos anteriores associados a esse fungo, dentro do mesmo ambiente experimental. Conseqüentemente ocorreu contaminação do meio.

De um modo geral percebe-se que nas estacas sem nitrogênio a porcentagem de operárias mortas e indivíduos mortos aumentaram linearmente com o tempo, embora essa tendência linear tenha apresentado baixa precisão ($r^2 < 50\%$) (FIGURAS 29, 30).

Após a implantação do experimento (dia seguinte) não se pode visualizar um padrão de comportamento bem definido, devido, principalmente, ao fato da população de térmitas estar em fase de adaptação ao novo ambiente. Mas pode-se visualizar certas características que se mantêm ao longo do experimento, onde o tratamento controle teve maior atratividade. Observa-se, também, que a fonte de nitrogênio amônia, nesse momento, em ambas doses, teve maior atratividade sobre a população estudada. Constatou-se também que a amônia (1 M) sobressaiu quando comparada à dose menos concentrada (0,5 M) (FIGURAS 31, 32).

Todavia, essa relação não pôde ser expressa através de uma curva de regressão, visto que não existe uma função exata, relativa a esse período (análise de variância da regressão a 5% de probabilidade). Observa-se também que a porcentagem de indivíduos vivos (operárias + soldados) apresentou uma tendência de decréscimo ao longo do tratamento com amônia, sendo mais acentuada na dose 0,5M (FIGURA 32). Concomitantemente, constatou-se o desenvolvimento do fungo *Metarhizum sp.* nos seguintes tratamentos: Controle e nitrato (1 M). O tratamento controle apresentou em média, estacas com maior contaminação pelo fungo (FIGURA 33). Ainda, nessa época, destacamos o fato de que a dose de nitrogênio 1 M parece ter influência de 100 % na morte de soldados para ambas fontes de N (FIGURA 31). Observando as FIGURAS 34 e 35 nota-se que a porcentagem de soldados tende a diminuir conforme o aumento da dose no tratamento nitrato, a partir da segunda época de observação. No tratamento controle o total de soldados aumentou com o tempo até aproximadamente aos 7 dias (FIGURA 34). Amônia 0,5 M exerceu maior influência sobre a porcentagem de sobrevivência em ambas castas do cupim *C. gestroi* em relação aos tratamentos que receberam nitrogênio na primeira época de observação (FIGURA 36).

A observação realizada no quarto dia, após a instalação do ensaio, permitiu identificar uma inversão de comportamento da população. Além disso, observa-se à presença de fungo pontualmente desenvolvido sobre a maioria das estacas, com exceção do tratamento nitrato 1M (FIGURA 37).

Essa inversão de comportamento pode ser observada, de forma mais evidente, no tratamento com ambas fontes de N (0,5M), onde o tratamento com amônia apresentou uma diminuição do número total de indivíduos e ausência de indivíduos vivos, enquanto que o tratamento nitrato mostrou um aumento acentuado no número total de indivíduos e indivíduos vivos (FIGURAS 32, 36).

O tratamento amônia 1M, nesse momento, não conta com a presença de fungo e também de soldado (FIGURAS 34, 37), mas obtém a maior média percentual de mortalidade de operárias, o que indica que as operárias não estão se alimentando ou maior toxicidade da forma amoniacal (FIGURA 38).

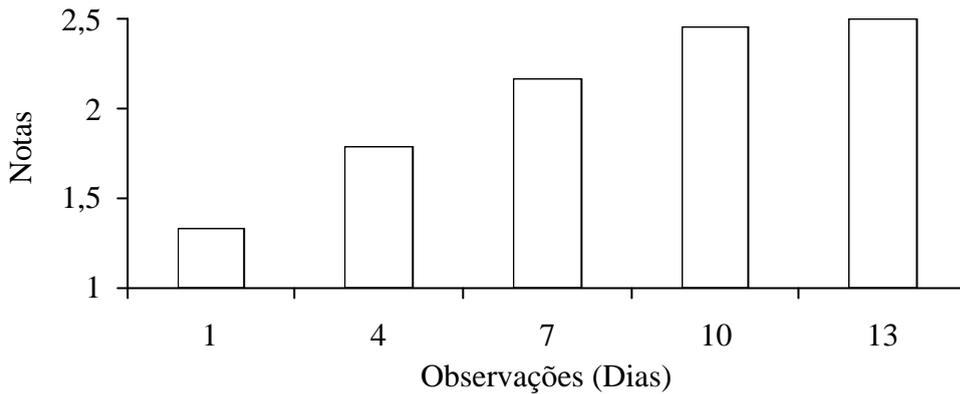


Figura 28. Média de desenvolvimento do fungo *Metarhizium sp.* sobre as estacas. Notas de desenvolvimento do fungo: 1 - Ausência do fungo sobre a estaca; 2 - Presença do fungo distribuído pontualmente sobre a estaca; 3 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e 4 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e crescimento em espessura.

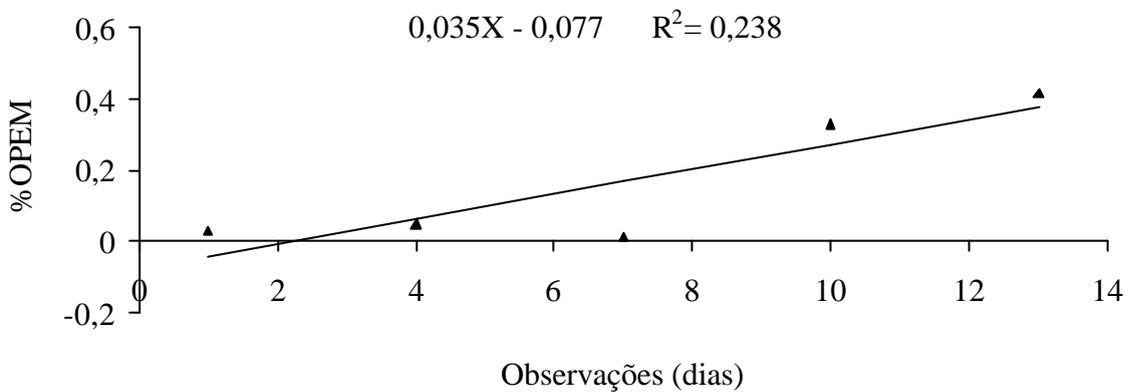


Figura 29. Curva de regressão significativa a 5% de probabilidade no teste de análise de variância da regressão, para o parâmetro porcentagem de operárias mortas dentro do tratamento controle.

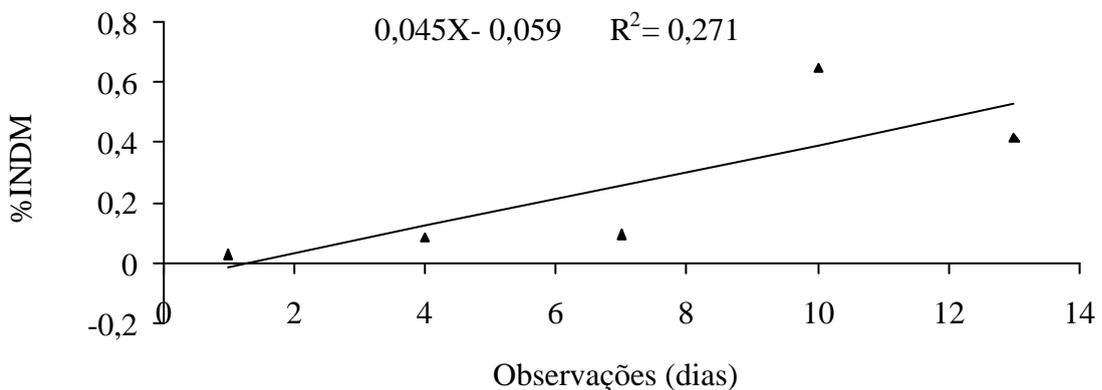


Figura 30. Curva de regressão significativa a 5% de probabilidade no teste de análise de variância da regressão, para o parâmetro porcentagem de soldados mais operários mortos dentro do tratamento controle.

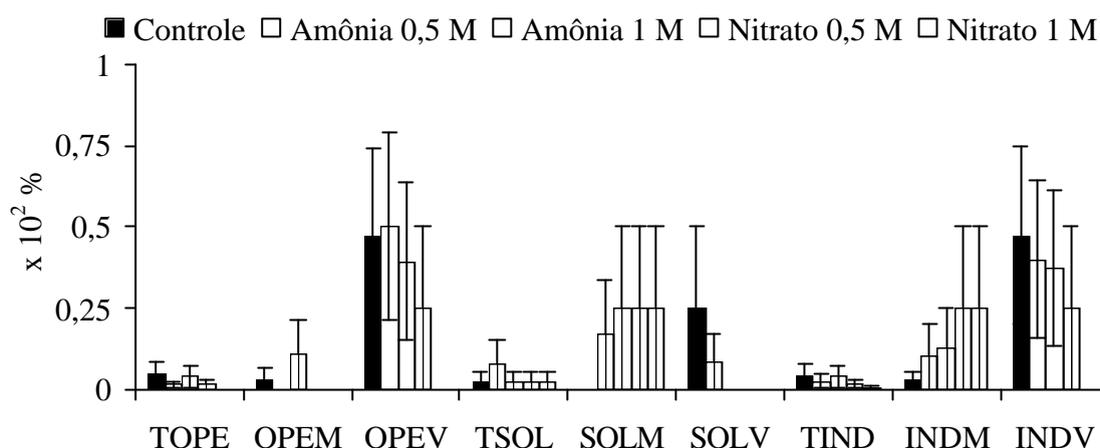


Figura 31. Experimento de laboratório, observado 1 dia após o início da montagem. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparando-se dentro da mesma dose e no mesmo parâmetro. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x + 1}$. (I) = Erro padrão.

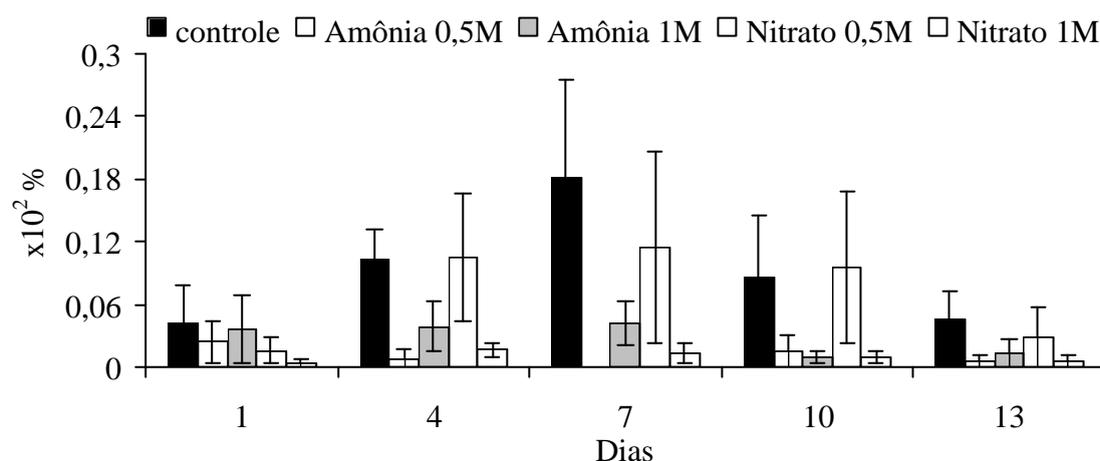


Figura 32. Média percentual do número de soldados mais operários em relação ao total presente em cada momento (descontando os mortos do total) durante os 13 dias de experimento. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparando-se dentro da mesma dose e no mesmo parâmetro. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x + 1}$. (I) = Erro padrão

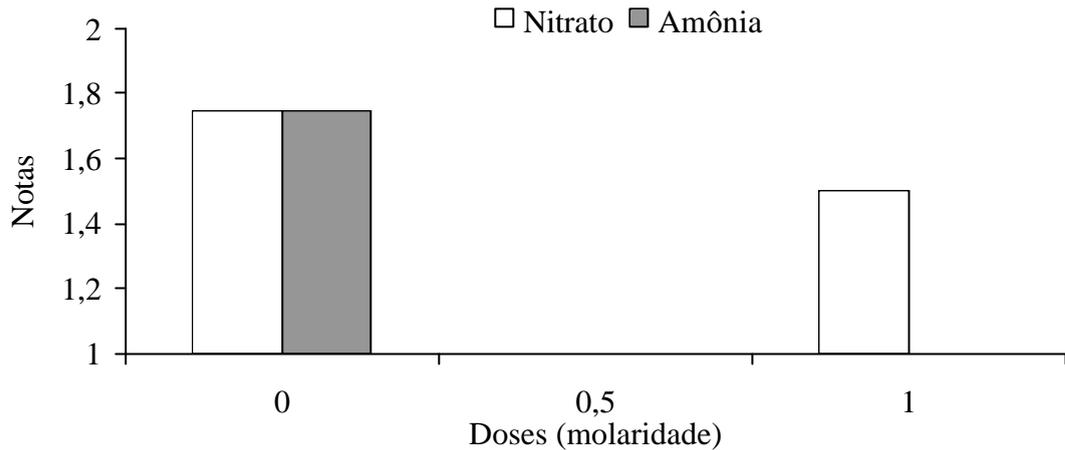


Figura 33. Experimento de laboratório, observado 1 dia após o início da montagem, testando o comportamento de uma população de 100 operárias e 20 soldados do cupim *Coptotermes gestroi*. Média de desenvolvimento do fungo *Metarhizium* sp. sobre as estacas submetidas aos referidos tratamentos. Notas de desenvolvimento do fungo: 1 - Ausência do fungo sobre a estaca; 2 - Presença do fungo distribuído pontualmente sobre a estaca; 3 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e 4 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e crescimento em espessura.

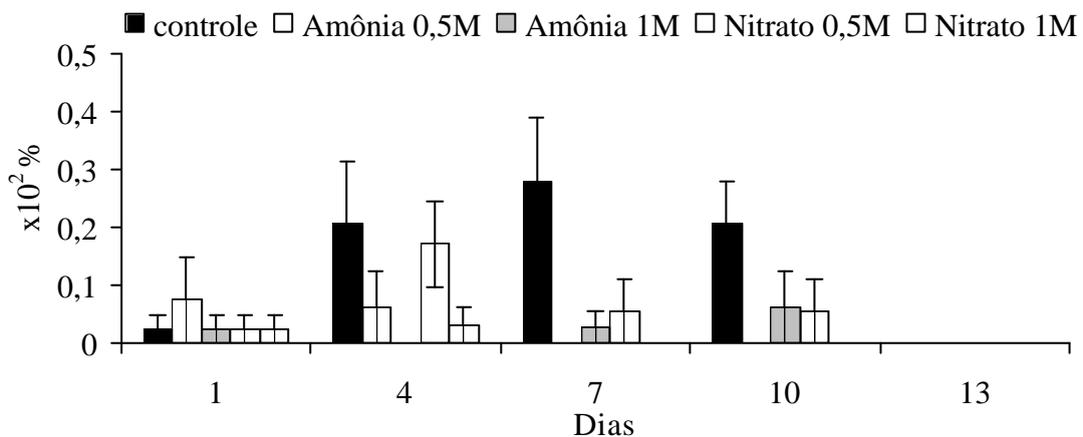


Figura 34. Média percentual do número de soldados em relação ao total presente em cada momento (descontando os mortos do total) durante os 13 dias de experimento. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparando-se dentro da mesma dose o. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x + 1}$. (I) = Erro padrão

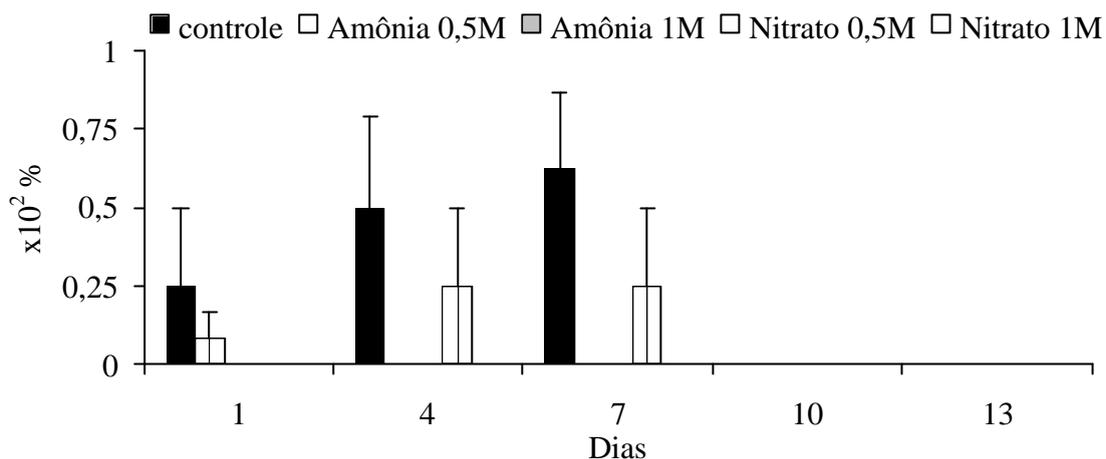


Figura 35. Média percentual do número de soldados vivos em relação ao total presente em cada tratamento durante os 13 dias de experimento. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparando-se dentro da mesma dose. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x + 1}$. (I) = Erro padrão.

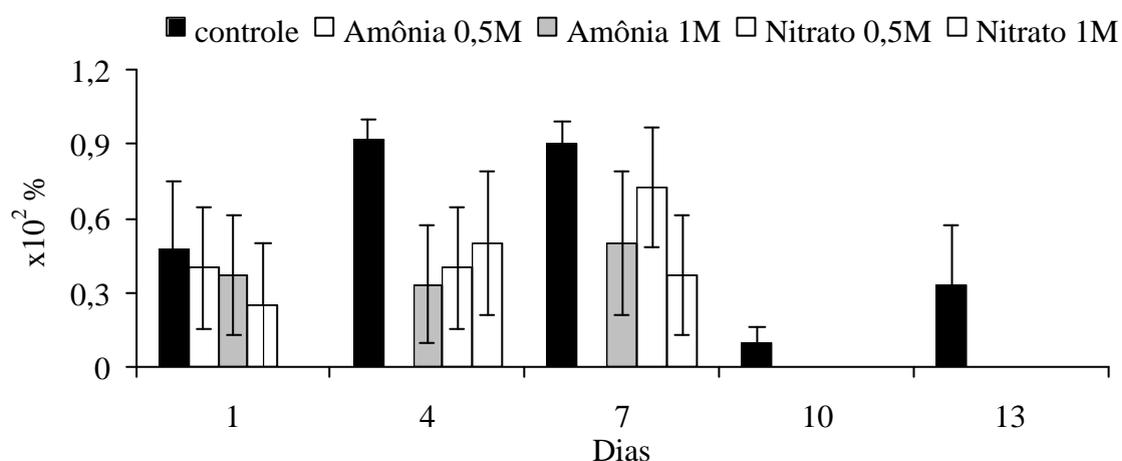


Figura 36. Média percentual do número de soldados mais operários vivos em relação ao total presente em cada tratamento durante os 13 dias de experimento. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparando-se dentro da mesma dose. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x + 1}$. (I) = Erro padrão.

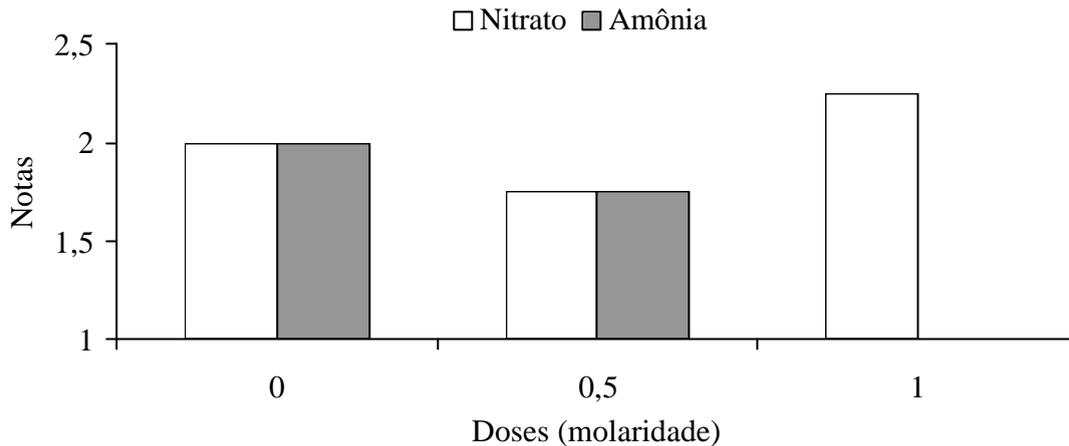


Figura 37. Experimento de laboratório, observado 4 dias após o início da montagem. Média de desenvolvimento do fungo *Metarhizium sp.* sobre as estacas submetidas aos referidos tratamentos. Notas de desenvolvimento do fungo: 1 - Ausência do fungo sobre a estaca; 2 - Presença do fungo distribuído pontualmente sobre a estaca; 3 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e 4 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e crescimento em espessura.

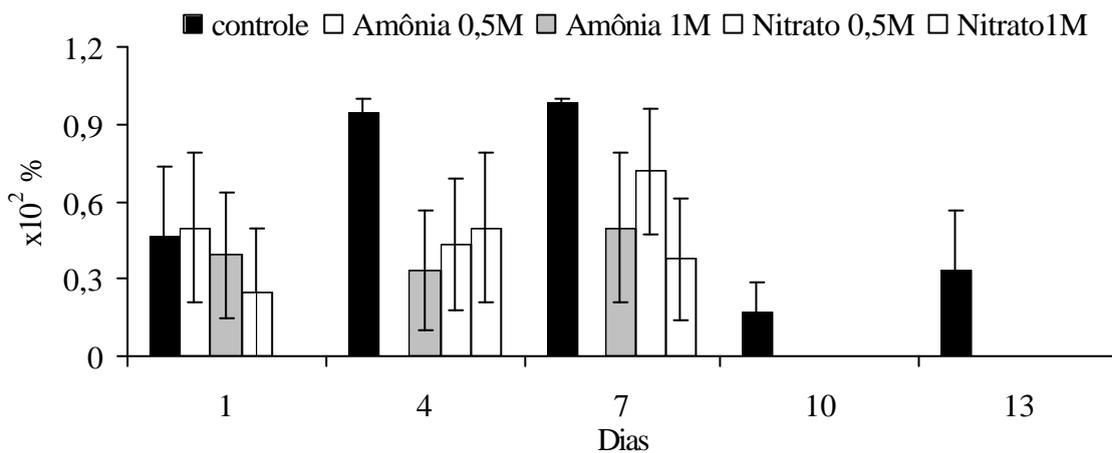


Figura 38. Média percentual do número de operárias vivas em relação ao total presente em cada tratamento durante os 13 dias de experimento. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparando-se dentro da mesma dose. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x + 1}$. (I) = Erro padrão.

Esses resultados estão de acordo com aqueles encontrados por CURTIS & WALLER (1997), que estudando a fixação de nitrogênio em térmitas, observaram uma diminuição na taxa de fixação de N quando os cupins foram alimentados com nitrato de amônia e, em contrapartida, quando os insetos foram alimentados com amônia, como única fonte de nitrogênio, não ocorreu diminuição dessa taxa em relação ao controle.

Sabendo-se que altos níveis de nitrogênio na dieta alimentar diminuem a taxa de fixação de N (CURTIS & WALLER, 1997), pode-se prever que, provavelmente, o consumo associado ao tratamento com nitrato de amônia foi maior.

A presença de fungo associado ao nitrogênio foi novamente primordial para a diminuição da atratividade das operárias, principalmente quando tivemos amônia (menor preferência de consumo) e fungo, assim como foi observada no tratamento amônia 0,5M [este tratamento, inicialmente, apresentou grande atratividade para os indivíduos (operárias + soldados), proporcionando-lhes uma percentagem de sobrevivência elevada; mormente no que tange às operárias], visto que a mortalidade foi total para todos os indivíduos (soldados + operárias) (FIGURAS 36, 38, 39) [refletindo esse mesmo padrão na porcentagem média total de indivíduos (FIGURA 40)]. Observa-se também que a porcentagem de operárias apresentou uma tendência de decréscimo ao longo do tratamento com amônia, sendo mais acentuada na dose 0,5M (FIGURA 32). No que tange ao tratamento com nitrato, as percentagens de operárias e indivíduos vivos (soldados + operárias) (FIGURAS 32, 38) apresentam o mesmo padrão e atingem o auge aproximadamente no quarto dia para a dose 1M e no sétimo dia para a dose 0,5M.

Os resultados obtidos demonstraram que a fonte de nitrogênio/nitrato, no quarto dia, exibiu uma maior tendência de atratividade sobre a população de térmitas (FIGURA 41), ainda que se tenha constatado a presença do fungo *Metarhizum sp.* em pleno desenvolvimento, nas doses 0,5M e 1M (FIGURA 37).

Nitrato 1M, embora presente, nesse momento, o maior desenvolvimento do fungo sobre as estacas, por fornecer N na forma nítrica, ainda conta com a presença de operárias e soldados. Embora ainda tenha presença de indivíduos, provavelmente nesse período o consumo de madeira nesse tratamento deve ter sido baixo, pois obtivemos um grande número de operárias vivas, ou seja, menor consumo significou menor contato com o fungo entomopatogênico aderido à madeira.

O tratamento 1 M de nitrato apresentou uma média de desenvolvimento superior aos demais tratamentos (FIGURA 37).

Mesmo no tratamento 0,5M, o desenvolvimento do *Metarhizum sp.* se mantém presente ao longo do mesmo (FIGURAS 33, 37, 42, 49, 50).

Nesse período constatou-se que a amônia influenciou na mortalidade de operárias e soldados e não se observou a presença de operárias para a dose 0,5 M assim como soldados para a dose 1 M (FIGURAS 34, 36).

O tratamento controle foi contaminado em 100 % pelo fungo *Metarhizum sp.*, com desenvolvimento pontual sobre as estacas. O tratamento nitrato (1M) apresentou maior grau de infecção pelo fungo *Metarhizum sp.* [algumas estacas apresentaram o fungo cobrindo horizontalmente toda a sua superfície (FIGURA 37)].

No sétimo dia do experimento observa-se a maior atividade dos indivíduos e possivelmente uma população já bem adaptada ao meio. Esses fatores contribuem para uma melhor amostra do comportamento populacional. Verificou-se que houve uma paralisação de crescimento do fungo *Metarhizum sp.* nos tratamentos nitrato e amônia (0,5 M) (com desenvolvimento pontual em 100 % das estacas) (FIGURA 42).

Esse fato contribuiu para que não fosse observado qualquer indivíduo próximo ao tratamento com Amônia a 0,5M. Porém, durante esse mesmo período de observação, constatou-se que 2 estacas, usadas como controle estavam contaminadas pelo fungo cobrindo horizontalmente toda a superfície das madeiras. Quanto ao tratamento nitrato (1M), sete dias após a instalação do ensaio, o crescimento do fungo *Metarhizum sp.* sobre as estacas tratadas foi de 100 % cobrindo horizontalmente toda a superfície das madeiras e tanto amônia 0,5M como nitrato 1M, a partir desse momento não contam mais com a presença de soldados (FIGURAS 43). Amônia 1M apresenta as maiores

médias percentuais de operárias e soldados mortos e nitrato segue o mesmo padrão em relação às operárias (FIGURA 43).

Os resultados obtidos (FIGURAS 43, 44, 45, 46) (sete dias após) com o tratamento nitrato (0,5M) demonstraram que o mesmo influenciou positivamente na atratividade e sobrevivência dos indivíduos (operárias + soldados). Em relação a este tratamento (nitrato) o padrão de diminuição, decorrido em virtude do aumento da dose, mantém-se constante, levando-se em conta a percentagem total de operárias e indivíduos, operárias vivas, indivíduos e soldados vivos. O tratamento amônia (0,5M) teve influência negativa, não havendo presença de quaisquer indivíduos (operárias + soldados) (FIGURA 43).

Sete dias após a instalação do ensaio, constatou-se que na testemunha as percentagens médias de atratividade e sobrevivência dos indivíduos (FIGURAS 43 e 45), eram maiores. Esse mesmo padrão de comportamento também foi constatado quando se comparou amônia (1M) e nitrato (1M), onde o primeiro tratamento apresentou maiores médias (FIGURA 43).

No décimo dia de experimento observa-se que a atividade dos indivíduos decresce rapidamente, e provavelmente o consumo de madeira deva ser baixo, o que acarreta a maior presença de indivíduos fracos. Com a diminuição do consumo da madeira pelas operárias os soldados não deviam estar mais sendo alimentados. Esse fato influenciou, de forma decisiva, na mortalidade de 100 % dos soldados nos tratamentos controle, amônia 1M e nitrato 0,5M (FIGURA 47). Nota-se, também, que a provável diminuição do consumo, nessa fase, deve ter reduzido muito a influência dos tratamentos sobre a atratividade dos cupins, mas, mesmo assim notamos que os tratamentos com maiores doses de N assim como aqueles que apresentaram amônia como fonte de N tiveram menor presença de operárias, confirmando, desta forma, a menor preferência da forma amoniacal e o maior efeito das maiores concentrações sobre a menor atratividade dos cupins (FIGURA 47). Em contrapartida o tratamento com 1 M de amônia propiciou maior atratividade, embora não significativa, para soldados, até mesmo em relação ao tratamento com nitrato a 0,5 M.

A ausência de nitrogênio sobre as estacas, a partir desse momento, é preponderante para obtermos maior sobrevivência dos indivíduos (operárias) (FIGURAS 47, 48), o que confirma a hipótese de que a presença de N aumenta a frequência de aproximação das operárias até a estaca. (FIGURAS 47, 48, 36, 38). Esse resultado contraria o resultado encontrado por BRENT & TRANIELLO (2002), que estudando *Zootermopsis angusticollis* verificaram que o aumento da dieta com nitrogênio causa perda de massa corporal nas fêmeas primárias e nas formas neotênicas. Segundo os autores, isto se deve ao aumento do conteúdo de nitrogênio na alimentação de indivíduos reprodutivos e conseqüentemente acarreta uma diminuição de matéria consumida.

Embora o consumo seja, provavelmente, muito baixo, nesse período, o fato dessas operárias, em momentos anteriores, terem entrado em contato mais vezes com o fungo, explica o enfraquecimento dessas e conseqüentemente a morte de 100% nos consecutivos tratamentos. O crescimento do fungo alcançou o máximo de desenvolvimento, na dose 0,5 m para ambas fontes de N, igualando-se ao atingido no tratamento com nitrato 1M no período anterior (FIGURA 49).

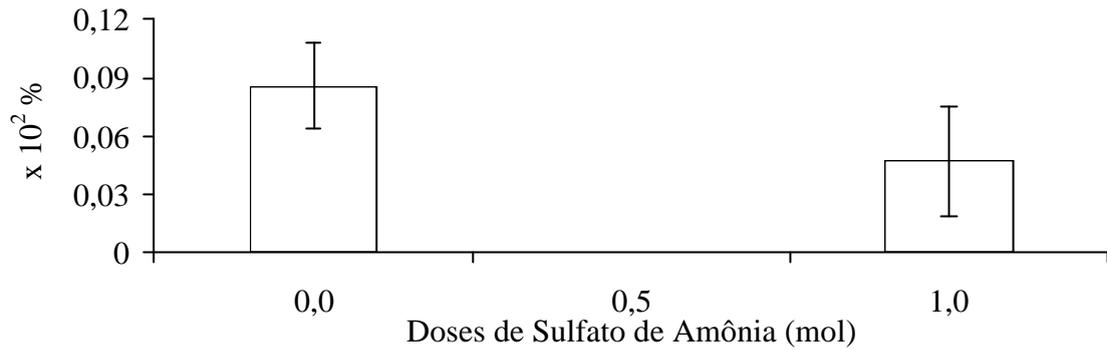


Figura 39. Porcentagem total de operárias dentro do tratamento com Sulfato de Amônia aos 4 dias após o início do experimento. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x + 1}$. (I) = Erro padrão.

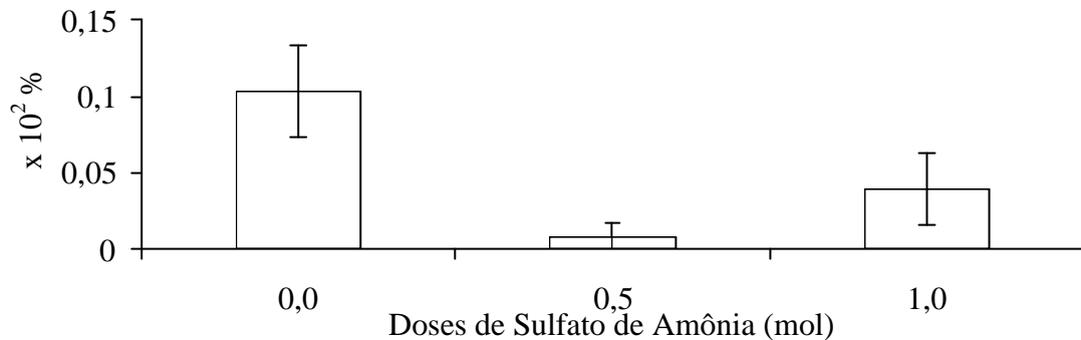


Figura 40. Porcentagem total de soldados mais operárias dentro do tratamento com Sulfato de Amônia, aos 4 dias após o início do experimento. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x + 1}$. (I) = Erro padrão.

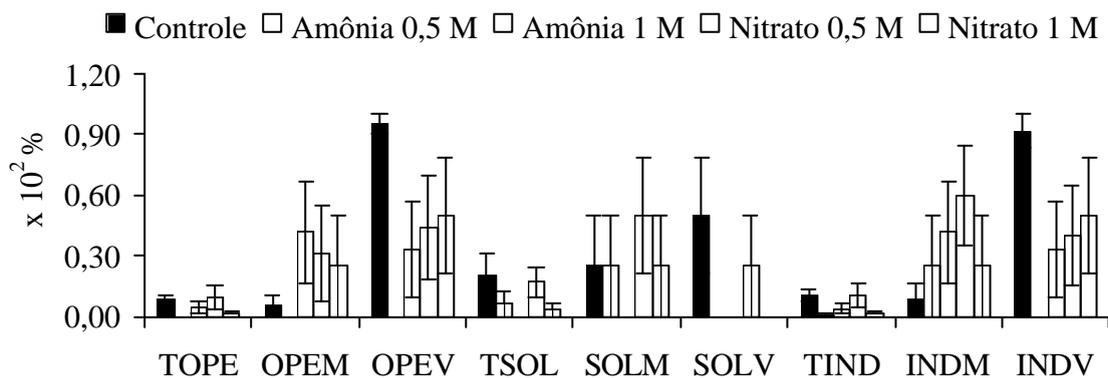


Figura 41. Experimento de laboratório, observado 4 dias após o início da montagem. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparando-se dentro da mesma dose e no mesmo parâmetro. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x + 1}$. (I) = Erro padrão.

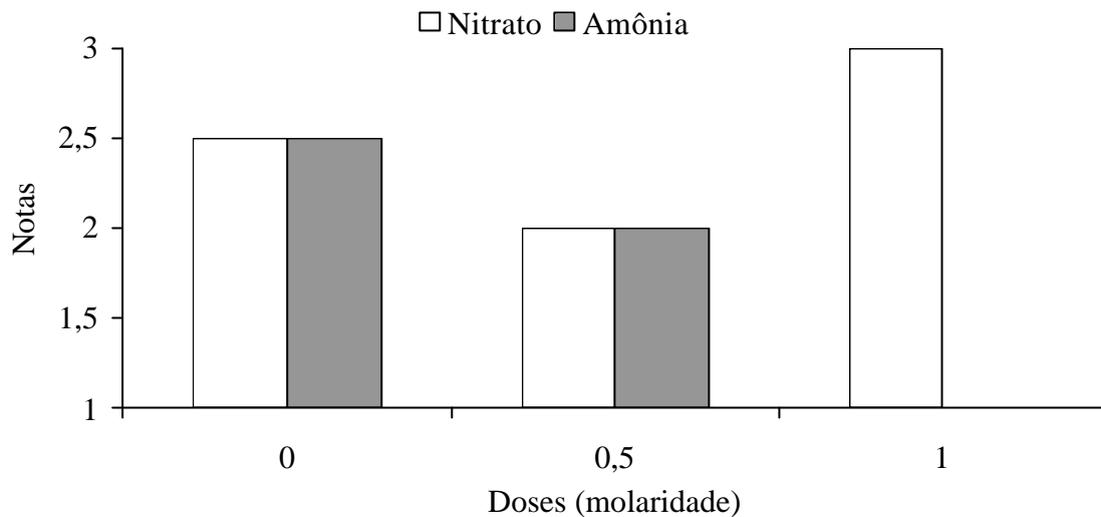


Figura 42. Experimento de laboratório, observado 7 dias após o início da montagem. Média de desenvolvimento do fungo *Metarhizium* sp. sobre as estacas submetidas aos referidos tratamentos. Notas de desenvolvimento do fungo: 1 - Ausência do fungo sobre a estaca; 2 - Presença do fungo distribuído pontualmente sobre a estaca; 3 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e 4 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e crescimento em espessura.

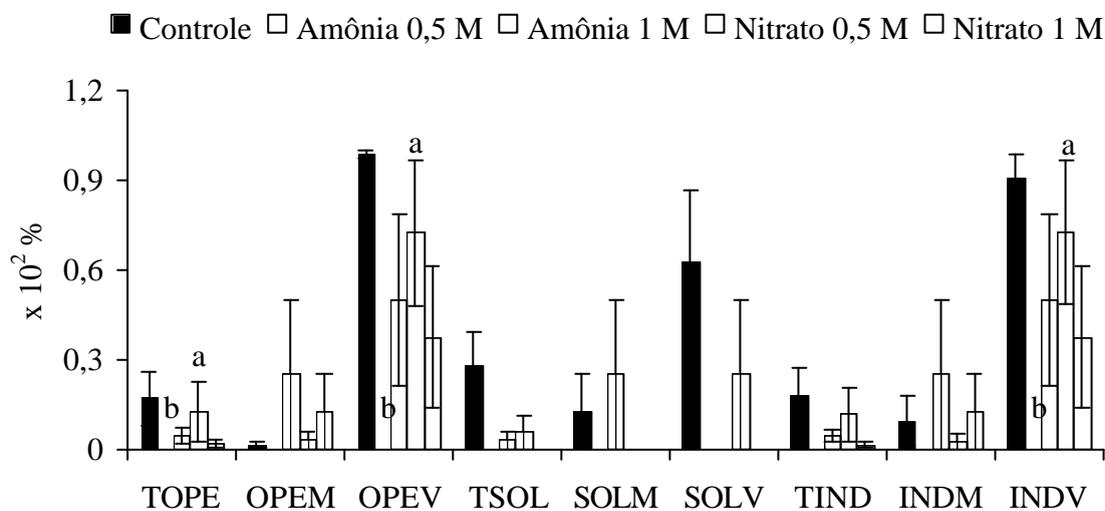


Figura 43. Experimento de laboratório, observado 7 dias após o início da montagem. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparando-se dentro da mesma dose e no mesmo parâmetro. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x + 1}$. (I) = Erro padrão.

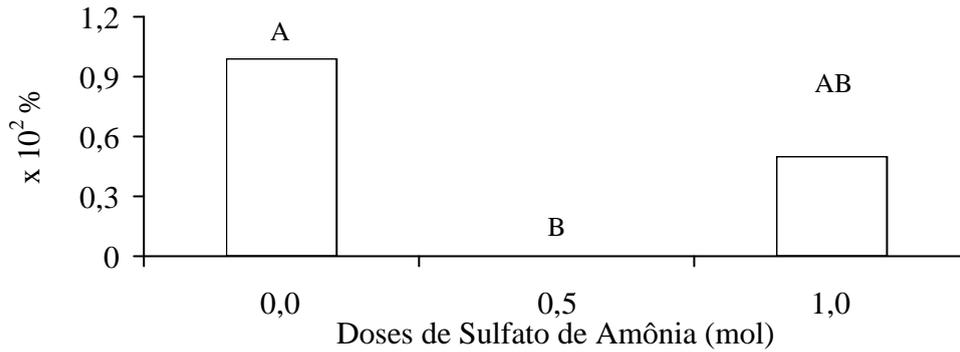


Figura 44. Porcentagem total de operárias vivas dentro do tratamento com Sulfato de Amônia aos 7 dias após o início do experimento. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x + 1}$.

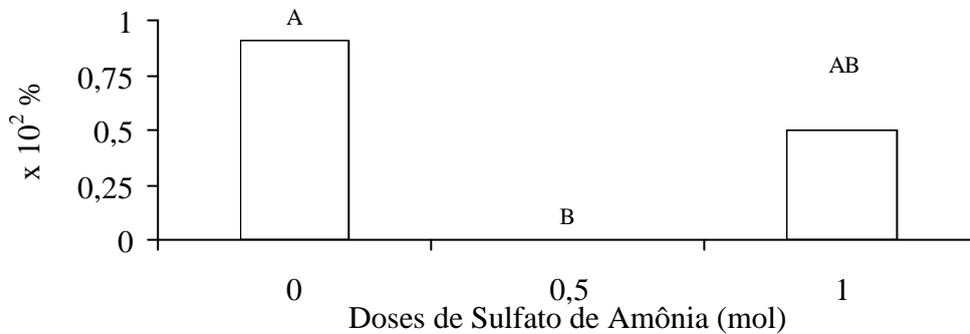


Figura 45. Porcentagem de soldados mais operárias vivos dentro do tratamento com Sulfato de Amônia aos 7 dias após o início do experimento. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x + 1}$.

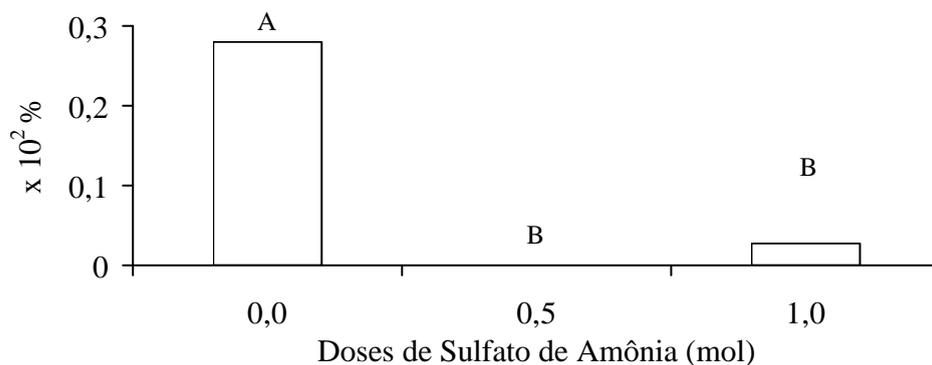


Figura 46. Porcentagem total de soldados dentro do tratamento com Sulfato de Amônia aos 7 dias após o início do experimento. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x + 1}$.

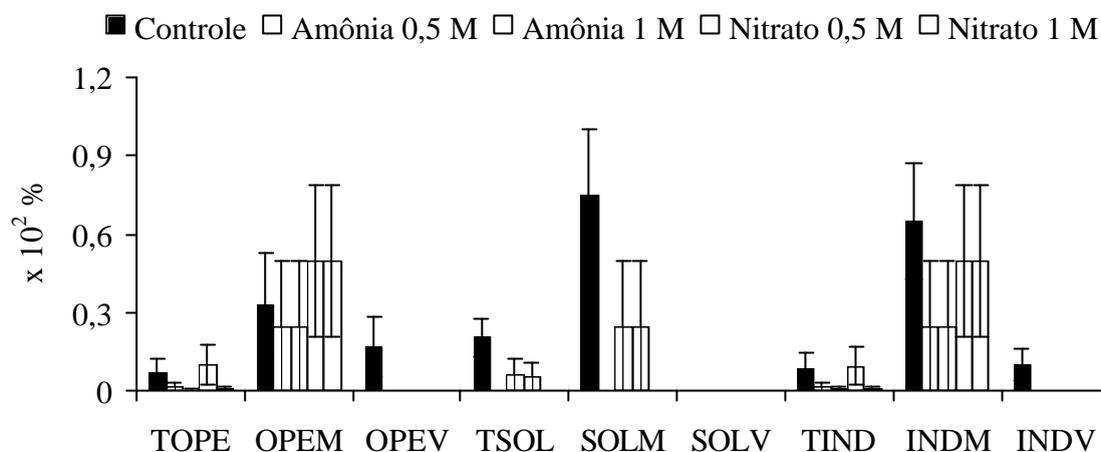


Figura 47. Experimento de laboratório, observado 10 dias após o início da montagem. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparando-se dentro da mesma dose e no mesmo parâmetro. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x + 1}$. (I) = Erro padrão.

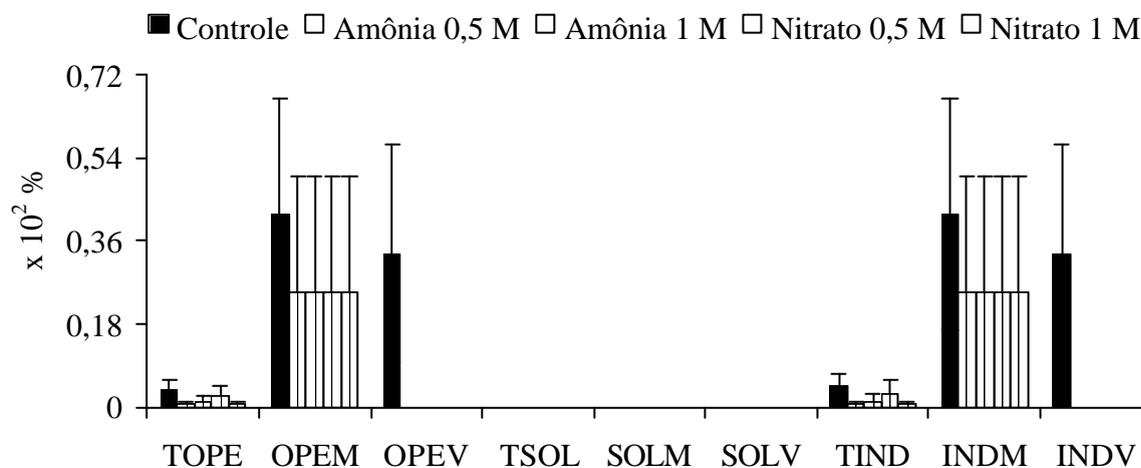


Figura 48. Experimento de laboratório, observado 13 dias após o início da montagem. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparando-se dentro da mesma dose e no mesmo parâmetro. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados utilizados nos testes foram transformados para $\sqrt{x + 1}$. (I) = Erro padrão.

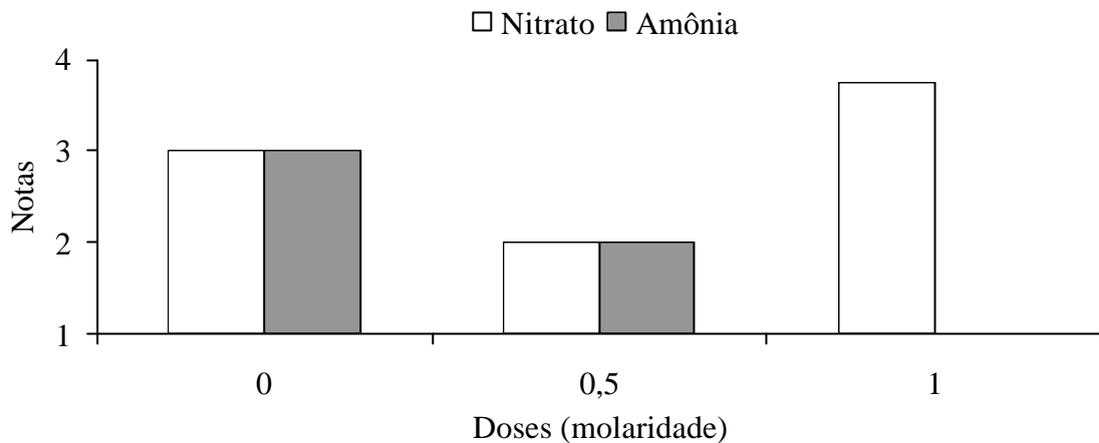


Figura 49. Experimento de laboratório, observado 10 dias após o início da montagem. Média de desenvolvimento do fungo *Metarhizum* sp. sobre as estacas submetidas aos referidos tratamentos. Notas de desenvolvimento do fungo: 1 - Ausência do fungo sobre a estaca; 2 - Presença do fungo distribuído pontualmente sobre a estaca; 3 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e 4 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e crescimento em espessura.

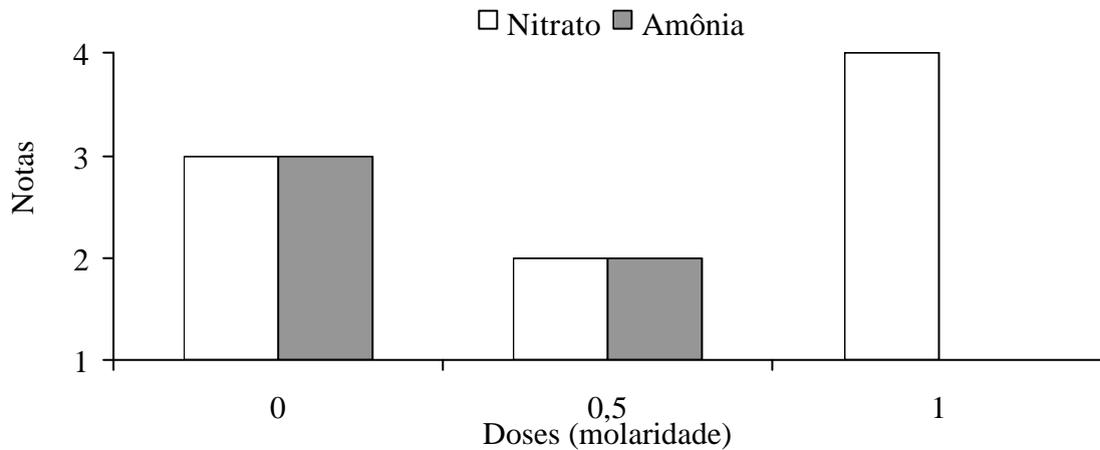


Figura 50. Experimento de laboratório, observado 13 dias após o início da montagem Média de desenvolvimento do fungo *Metarhizum* sp. sobre as estacas submetidas aos referidos tratamentos. Notas de desenvolvimento do fungo: 1 - Ausência do fungo sobre a estaca; 2 - Presença do fungo distribuído pontualmente sobre a estaca; 3 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e 4 - Presença do fungo com crescimento horizontal sobre toda a estaca e crescimento em espessura.

Nitrato a 1M, nesse período, já conta com a presença de estacas com fungos crescidos tanto em comprimento como em espessura (FIGURA 50).

No último dia de experimento o padrão se manteve próximo ao encontrado anteriormente, onde apenas encontramos indivíduos vivos (operárias) no tratamento controle. Nas proximidades do tratamento com amônia 1 M observou-se um aumento de operárias, o que proporcionou a terceira maior média para este tratamento e o padrão de comportamento nessa época se mantém igual ao do período anterior (FIGURA 48). Concomitantemente o tratamento nitrato proporciona o máximo de desenvolvimento para o fungo com todas as estacas apresentando fungo crescidos em comprimento e espessura (FIGURA 50). E esse mesmo padrão foi encontrado durante todo o período do experimento, com o tratamento nitrato sempre apresentando maior média de desenvolvimento desses em relação à amônia na concentração 1 molar (FIGURAS 33, 37, 42, 49, 50).

Nesse período determinou-se o consumo e de forma geral a dose 0,5 M favoreceu o consumo da madeira (FIGURA 51). Esse resultado pode ser explicado devido ao elevado consumo quando a madeira estava associada ao tratamento com nitrato a 0,5 M (FIGURA 52). Observa-se, também, na FIGURA 52, que na dose 0,5 M e sob as mesmas condições de desenvolvimento do fungo *Metarhizum sp.*, o tratamento com nitrato exerceu uma influência significativamente maior em relação ao consumo da madeira pelo cupim *C.gestroi*, concordando com CURTIS & WALLER (1997). Na FIGURA 53 nota-se uma tendência crescente do consumo aumentar com o aumento da dose, para o tratamento com sulfato de amônia. Observa-se, também, que os tratamentos que receberam nitrogênio foram mais consumidos pelo cupim *C. gestroi* do que o tratamento controle, contrariando o resultado encontrado por BRENT & TRANIELLO (2002) para *Zootermopsis angusticollis* (Isoptera: Termopsidae).

Observou-se que o crescimento acentuado do fungo no tratamento nitrato (1M) associado com o maior teor do sal $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, foi preponderante no sentido de diminuir a atratividade e consumo de madeira pelos indivíduos (operárias + soldados) ao longo do experimento (FIGURAS 38, 54).

3.1. Considerações Finais

Conforme o observado durante as épocas, percebe-se que existe um padrão de comportamento, onde:

Pode-se notar que as estacas sem nitrogênio (Controle) sempre apresentaram entre a primeira e a segunda maiores médias de atratividade³ populacional para ambas castas, assim como maiores taxas de sobrevivência. Esse fato, associado com a infestação do fungo *Metarhizum sp.* sobre a superfície de todas as estacas deste tratamento, nos leva a crer que provavelmente o referido fungo nessas condições não interferiu no período de sobrevivência e atratividade sobre a população de *Coptotermes gestroi*.

A presença de *Metarhizum sp.*, predominantemente, sobre as madeiras diminuiu a sobrevivência dos térmitas.

O fungo *Metarhizum sp.* tem preferência por consumir nitrato e a concentração 0,5M teve um efeito negativo sobre esse crescimento, talvez por disponibilizar menor quantidade de N, interferido, dessa forma, no maior vigor de competição em relação a outros fungos.

Nitrato a 1M expressou o crescimento máximo do fungo, devido ao fato de disponibilizar maior quantidade de N sob a melhor forma de assimilação. Amônia

³ A atratividade foi considerada como sendo um comportamento de aproximação dos cupins até os potes com os distintos tratamentos. Esse comportamento difere daquele observado na aproximação dos cupins até as estacas para a alimentação.

apresenta um efeito negativo no crescimento do fungo e esse efeito é mais acentuado com o aumento da dose (FIGURAS 33, 37, 42, 49, 50).

A aplicação de nitrogênio na madeira influenciou na maior taxa de consumo destas pela população de *Coptotermes gestroi*, ou seja, maior frequência de aproximação até as madeiras (FIGURA 51). Esse fato pode ser explicado pelo elevado consumo de madeira naquelas que receberam nitrogênio em relação ao controle. Além disso, como a atividade dos indivíduos vai aumentando até o sétimo dia de experimento, provavelmente o maior consumo aconteceu nas fases iniciais do experimento. Também pode-se verificar que nitrato em ambas doses teve maior consumo que amônia (FIGURA 52).

Observa-se também que os cupins estudados têm preferência de consumo de N na forma nítrica a amoniacal (FIGURA 52). Essas características se explicam pelo fato do nitrato a 0,5M ter exercido maior influência positiva na atratividade (característica que se manteve até o final do experimento) e quase sempre na sobrevivência dos indivíduos em relação a amônio na dose 0,5M sob mesmas condições de desenvolvimento do fungo. Além disso, amônio, na maior dose (1M), apresentou sempre médias percentuais de morte elevadas, o que só pode ser explicado pelo amônio ser mais tóxico aos cupins.

Pode-se notar que a atratividade diminui com o aumento da concentração de N para nitrato.

Amônia quando propiciou a presença de fungo (em baixa concentração - 0,5M) induziu um efeito negativo sobre a atratividade e sobrevivência da população de *Coptotermes* e induziu menor consumo em relação à maior dose (FIGURA 53). Nitrato quando propiciou um reduzido crescimento do fungo, apresentou um efeito negativo muito reduzido em relação às mesmas características, entretanto, quando foi suficiente para permitir um elevado crescimento do fungo (1M) exibiu um efeito negativo sobre essas características.

A menor sobrevivência dos cupins depende da fonte de N (amônia tendo um efeito mais negativo) e da presença de N associado ao fungo, o que aumenta a frequência de aproximação dos cupins até a estaca e conseqüentemente aumenta a contaminação pelo fungo.

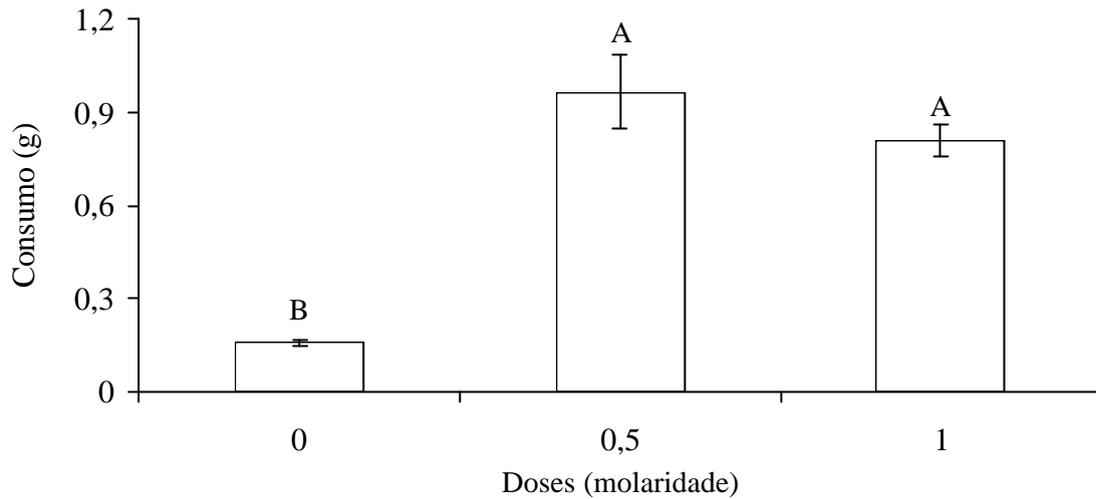


Figura 51. Consumo de madeira considerando-se todos os tratamentos juntos. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (I) = Erro padrão.

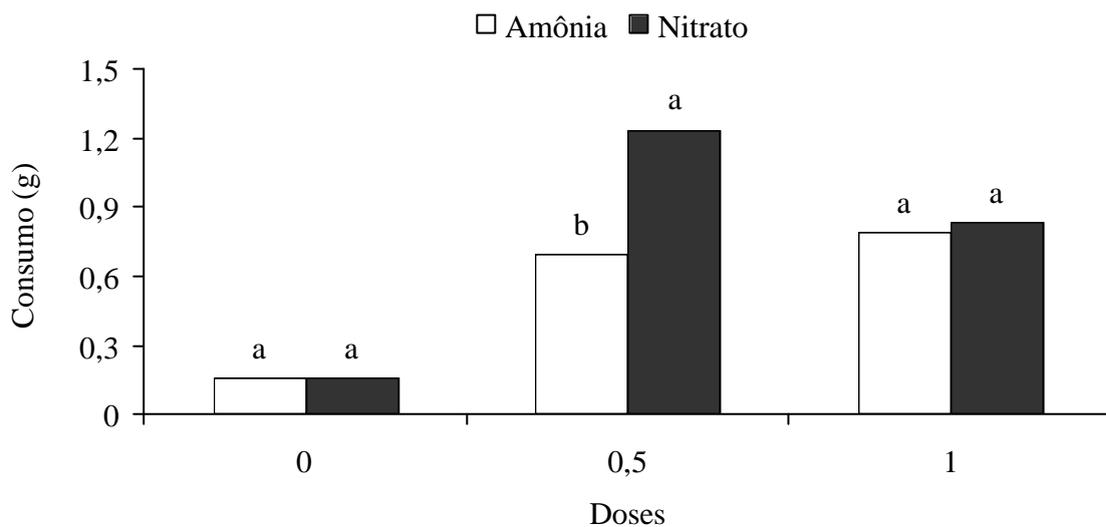


Figura 52. Gráfico comparando o consumo da madeira em relação às duas fontes de nitrogênio dentro da mesma dose. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, comparando-se dentro da mesma dose e no mesmo parâmetro. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (I) = Erro padrão.

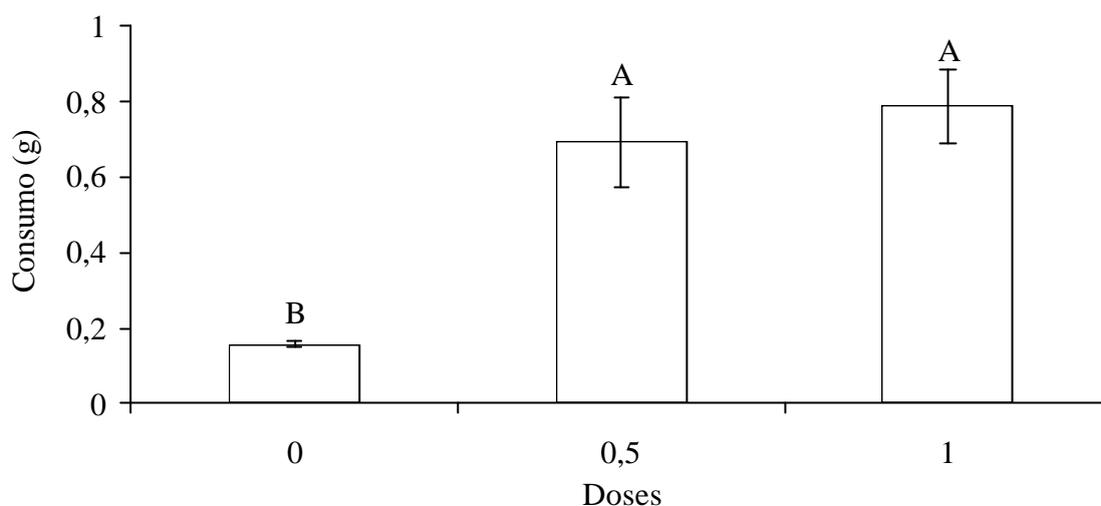


Figura 53. Consumo de madeira dentro do tratamento com sulfato de amônia. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (I) = Erro padrão.

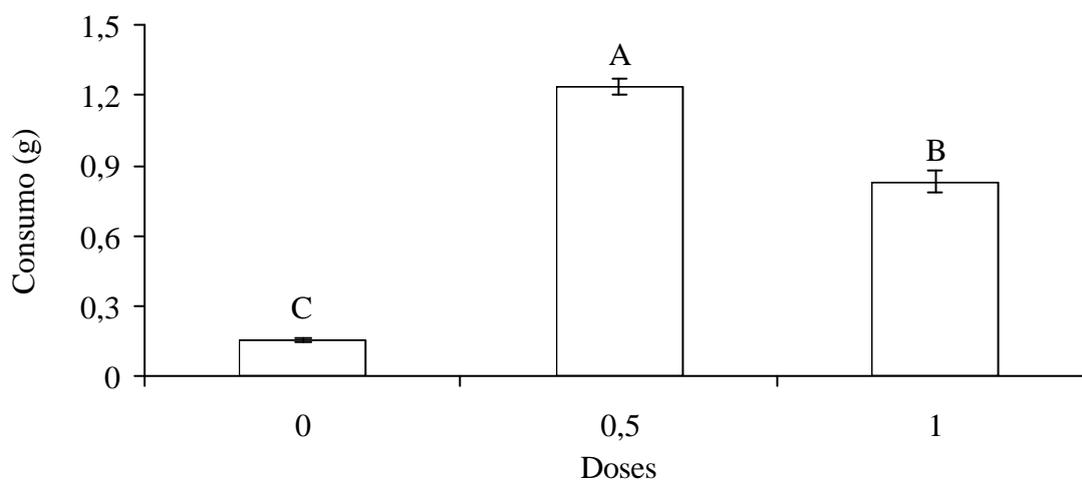


Figura 54. Consumo de madeira dentro do tratamento com Nitrato de Cálcio. Letras diferentes indicam médias diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A ausência de letras resulta da ausência de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (I) = Erro padrão.

4. CONCLUSÃO

A presença de nitrogênio estimula o consumo da madeira.

Os cupins estudados têm preferência pela forma de nitrogênio nitrato.

A presença de *Metarhizum* sp., predominantemente, sobre as madeiras diminuiu a sobrevivência dos térmitas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNES, C. J.; JACOBSON, G.; SMITH, G. D. The origin of high- nitrate ground waters in the Australian arid zone. **J. hydrol.**, V.137, p.181-197, 1992.
- BARSOTTI, R. C.; COSTA-LEONARDO, A. M. Morfologia do tubo digestivo nos cupins *Heterotermes tenuis* (Hagen) e *Coptotermes gestroi* Holmgren (Isoptera: Rhinotermitidae). **R. bras. zool.**, V.17, n.1, p.205-212, 2000.
- BRENT, C. S.; TRANIELLO, J. F. A. Effect of enhanced dietary nitrogen on reproductive maturation of the termite *Zootermopsis angusticollis* (Isoptera: Termitidae). **Environmental-entomology**, V.31, n.2, p.313-318, 2002.
- BRUNE, A. Termite guts: the world's smallest bioreactors. **Trends in biotechnology**, V.16, p.16-21, 1998.
- BREZNAK, J.A.; BRILL, W.J.; MERTINS, J.W.; COPPEL, H.C. Nitrogen fixation in termites. **Nature**, V.244, p.577-580, 1973.
- CHAPPELL, D. J.; SLAYTOR, M. Uric acid synthesis in freshly collected and laboratory-maintained (*Nasutitermes walkeri* Hill). **Insect biochem.**, V.23, n.4, p.499-506, 1993.
- COCHRAN, D. G. Nitrogen excretion in cockroaches. **Ann. rev. ent.**, V.30, p.29-49, 1985.
- CURTIS, A. D.; WALLER, D. A. Variation in rates of nitrogen fixation in termites: response to dietary nitrogen in the field and laboratory. **Physiological-entomology**, V. 22, n.4, p.303-309, 1997.
- CURTIS, A. D.; WALLER D. A. Seasonal patterns of nitrogen fixation in termites. **Functional-ecology**, V.12, n.5, p. 803-807, 1998.
- GILLMAN, I. R.; JEFFERIES, M. K.; RICHARDS, G. N. Non-soil constituents of termite (*Coptotermus Acacinaciformis*) mounds. **Aust. j. biol. sci.**, V.25, p.1005-1013, 1972.
- INOUE, T.; MURASHIMA, K.; AZUMA, J. I.; SUGIMOTO, A.; SLAYTOR, M. J. **Insect phisiol.**, V.43, p.235-242, 1997.
- LÓPEZ-HERNÁNDEZ, D. Nutrient dynamics (C, N and P) in termite mounds of *Nasutitermes ephratae* from savannas of the Orinoco Llanos (Venezuela). **Soil biology & biochemistry**, V.33, p.747-753, 2001.
- MEI-JF.; LU-Q; MIN-H; CHEN-Y.C. Nitrogen fixation of termite and bacteria isolated from its hindgut. **Journal-of-zhejiang-university-agriculture-and-life-sciences**, V. 28, n.6, p.625-628, 2002.

NEVES, P. J.; ALVES, S. B. Controle associado de *Cornitermes cumulans* (Kollar,1832) (ISOPTERA: TERMITIDAE) com *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* e Imidacloprid. **Sci. agric.**, V.56, n.2, 10 p, 1999.

NOIROT, C. H.; NOIROT-TIMOTHÉE. The digestive system. In: KRISHNA, K.; WEESNER F. M. (Eds). **Biology of termites**. Academic Press, New York, pp 50-87, 1969.

POTRIKUS C. J.; BREZNAK J. A. Uric acid in wood-eating termites. **Insect biochem**, V.10, p.19-27, 1980.

POTRIKUS C. J.; BREZNAK J. A. Gut bacteria recycle uric acid nitrogen in termites: a strategy for nutrient conservation. **Proc. nat. acad. sci.**, V.78, p.4601-4605, 1981.

TAYASU, I.; INOUE, T.; MILLER, L.R.; SUGIMOTO, A.; TAKEICHI, S.; ABE, T. Confirmation of soil-feeding termites (Isoptera: Termitidae: Termitinae) in Australia using stable isotope ratios. **Functional ecology**, V.12, p.536-542, 1998.

TOKUDA, G.; WATANABE, H.; MATSUMOTO, T.; NODA, H **Zool. sci.**, V.14, p. 83-93, 1997.

WALLER, D. A.; BREITENBECK, G. A.; LA FAGE J. P. Variation in acetylene reduction by *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae) related to colony source and termite size. **Sociobiology**, V.16, p.191-196, 1989.

WATANABE, H.; NAKAMURA, M.; TOKUDA, G.; YAMAOKA, I.; SCRIVENER, A. M.; NODA, H. **Insect biochem. Rev. mol. biol.**, V.27, p.305-313, 1997.

6. ANEXOS

6.1. Tabelas da Análise de Variância

Tabela 28. Análise de variância da média percentual do número de operária em relação ao total de operárias do experimento (TOPE). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

	SQ	GL	C.V %	QM	Fcalc	F5%	F1%	
Blocos	0,015093	3		0,005031	1,083134	3,287383	5,41695	<u>NS</u>
<i>Nitrogênio</i>	0,00138	1	6,66481057	0,00138	0,297129	4,543068	8,683173	<u>NS</u>
<i>Doses</i>	0,018021	2		0,00901	1,939917	3,682317	6,358846	<u>NS</u>
<i>N*Doses</i>	0,008637	2		0,004318	0,929741	3,682317	6,358846	<u>NS</u>
B*Nitrogênio	0,001692	3						
B*Doses	0,053695	6						
B*Doses*Nitrogênio (erro)	0,014284	6						
<i>Parcelas</i>	0,112802	23	C.V %					
<i>épocas</i>	0,014516	4		0,003629	3,5543585	3,2591601	5,4119482	*
épocas*blocos (b)	0,012251	12		0,001021				
<i>épocas*Nitrogênio</i>	0,001961	4	2,46439549	0,00049	0,771913	2,525212	3,649063	<u>NS</u>
<i>épocas*doses</i>	0,008878	8		0,00111	1,747516	2,096968	2,823271	<u>NS</u>
<i>E*N*Doses</i>	0,003652	8		0,000457	0,718861	2,096968	2,823271	<u>NS</u>
Resíduo (c)	0,038103	60		0,000635				
<i>Total</i>	0,192163	119						
Resíduo médio		32,138459		0,001437				

Tabela 29. Análise de variância da média percentual do número de operária mortas em relação ao total de operárias dentro de cada tratamento (OPEM). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

	SQ	GL	C.V %	QM	Fcalc	F5%	F1%	
Blocos	0,029404	3		0,009801	0,182552	3,287383	5,41695	<u>NS</u>
<i>Nitrogênio</i>	0,004552	1	21,4542682	0,004552	0,084782	4,543068	8,683173	<u>NS</u>
<i>Doses</i>	0,02631	2		0,013155	0,245018	3,682317	6,358846	<u>NS</u>
<i>N*Doses</i>	0,022185	2		0,011093	0,206602	3,682317	6,358846	<u>NS</u>
B*Nitrogênio	0,153429	3						
B*Doses	0,399908	6						
B*Doses*Nitrogênio (erro)	0,252015	6						
<i>Parcelas</i>	0,887803	23	C.V %					
<i>épocas</i>	0,341807	4		0,085452	3,8326157	3,2591601	5,4119482	*
Épocas*blocos (b)	0,267549	12		0,022296				
<i>épocas*Nitrogênio</i>	0,02882	4	12,2434429	0,007205	0,412064	2,525212	3,649063	<u>NS</u>
<i>épocas*doses</i>	0,088873	8		0,011109	0,635339	2,096968	2,823271	<u>NS</u>
<i>E*N*Doses</i>	0,042949	8		0,005369	0,307035	2,096968	2,823271	<u>NS</u>
Resíduo (c)	1,049121	60		0,017485				
<i>Total</i>	2,706922	119						
Resíduo médio		42,829731		0,024726				

Tabela 30. Análise de variância da média percentual do número de operária vivas em relação ao total de operárias dentro de cada tratamento (OPEV). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

	SQ	GL	C.V %	QM	Fcalc	F5%	F1%	
Blocos	0,073858	3		0,024619	0,893817	3,287383	5,41695	<u>NS</u>
<i>Nitrogênio</i>	0,007176	1	14,5914488	0,007176	0,260513	4,543068	8,683173	<u>NS</u>
<i>Doses</i>	0,687589	2		0,343795	12,48168	3,682317	6,358846	**
<i>N*Doses</i>	0,059948	2		0,029974	1,088234	3,682317	6,358846	<u>NS</u>
B*Nitrogênio	0,100234	3						
B*Doses	0,167403	6						
B*Doses*Nitrogênio (erro)	0,145522	6						Resíduo(a) 0,027544
<i>Parcelas</i>	1,24173	23	C.V %					
<i>épocas</i>	0,95352	4		0,23838	7,7812959	3,2591601	5,4119482	**
épocas*blocos (b)	0,367615	12						0,030635
<i>épocas*Nitrogênio</i>	0,125773	4	11,4830508	0,031443	1,843243	2,525212	3,649063	<u>NS</u>
<i>épocas*doses</i>	0,218166	8		0,027271	1,598646	2,096968	2,823271	<u>NS</u>
<i>E*N*Doses</i>	0,145949	8		0,018244	1,069468	2,096968	2,823271	<u>NS</u>
Resíduo (c)	1,023517	60						0,017059
<i>Total</i>	4,076269	119						
Resíduo médio		53,388202		0,019156				

Tabela 31. Análise de variância da média percentual do número de soldados em relação ao total de soldados do experimento (TSOL). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

	SQ	GL	C.V %	QM	Fcalc	F5%	F1%	
Blocos	0,021939	3		0,007313	1,439149	3,287383	5,41695	<u>NS</u>
<i>Nitrogênio</i>	0,000374	1	6,90754476	0,000374	0,073538	4,543068	8,683173	<u>NS</u>
<i>Doses</i>	0,075545	2		0,037772	7,433328	3,682317	6,358846	**
<i>N*Doses</i>	0,002549	2		0,001274	0,250793	3,682317	6,358846	<u>NS</u>
B*Nitrogênio	0,100234	3						
B*Doses	0,167403	6						
B*Doses*Nitrogênio (erro)	0,145522	6						Resíduo(a) 0,005082
<i>Parcelas</i>	0,176629	23	C.V %					
<i>épocas</i>	0,050524	4		0,012631	6,6760042	3,2591601	5,4119482	**
épocas*blocos (b)	0,022709	12						0,001892
<i>épocas*Nitrogênio</i>	0,002999	4	3,94944768	0,00075	0,451285	2,525212	3,649063	<u>NS</u>
<i>épocas*doses</i>	0,068253	8		0,008532	5,135891	2,096968	2,823271	**
<i>E*N*Doses</i>	0,005651	8		0,000706	0,425246	2,096968	2,823271	<u>NS</u>
Resíduo (c)	0,099671	60						0,001661
<i>Total</i>	0,426436	119						
Resíduo médio		47,890172		0,002345				

Tabela 32. Análise de variância da média percentual do número de soldados mortos em relação ao total de soldados dentro de cada tratamento (SOLM). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

	SQ	GL	C.V %	QM	F _{calc}	F5%	F1%	
Blocos	0,114385	3		0,038128	1,845315	3,287383	5,41695	<u>NS</u>
<i>Nitrogênio</i>	0,002407	1	13,4553197	0,002407	0,11649	4,543068	8,683173	<u>NS</u>
<i>Doses</i>	0,040926	2		0,020463	0,990368	3,682317	6,358846	<u>NS</u>
<i>N*Doses</i>	0,024523	2		0,012262	0,59343	3,682317	6,358846	<u>NS</u>
B*Nitrogênio	0,065642	3						
B*Doses	0,132716	6						
B*Doses*Nitrogênio (erro)	0,111575	6						
<i>Parcelas</i>	0,492174	23	C.V %					
<i>épocas</i>	0,28414	4		0,071035	4,8415349	3,2591601	5,4119482	*
épocas*blocos (b)	0,176059	12						
<i>épocas*Nitrogênio</i>	0,03397	4	13,5359003	0,008493	0,406137	2,525212	3,649063	<u>NS</u>
<i>épocas*doses</i>	0,424979	8		0,053122	2,540473	2,096968	2,823271	*
<i>E*N*Doses</i>	0,048231	8		0,006029	0,288318	2,096968	2,823271	<u>NS</u>
Resíduo (c)	1,254626	60						
<i>Total</i>	2,714178	119						
Resíduo médio		51,646952		0,020861				

Tabela 33. Análise de variância da média percentual do número de soldados vivos em relação ao total de soldados dentro de cada tratamento (SOLV). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

	SQ	GL	C.V %	QM	F _{calc}	F5%	F1%	
<i>Blocos</i>	0,019226	3		0,006409	0,352685	3,287383	5,41695	<u>NS</u>
<i>Nitrogênio</i>	0,003783	1	12,8817198	0,003783	0,20816	4,543068	8,683173	<u>NS</u>
<i>Doses</i>	0,292257	2		0,146128	8,041643	3,682317	6,358846	**
<i>N*Doses</i>	0,007565	2		0,003783	0,20816	3,682317	6,358846	<u>NS</u>
B*Nitrogênio	0,019892	3						
B*Doses	0,212897	6						
B*Doses*Nitrogênio (erro)	0,039783	6						
<i>Parcelas</i>	0,595403	23	C.V %					
<i>épocas</i>	0,224729	4		0,056182	3,2641181	3,2591601	5,4119482	*
épocas*blocos (b)	0,206544	12						
<i>épocas*Nitrogênio</i>	0,011512	4	9,63692342	0,002878	0,282999	2,525212	3,649063	<u>NS</u>
<i>épocas*doses</i>	0,253434	8		0,031679	3,114989	2,096968	2,823271	**
<i>E*N*Doses</i>	0,023025	8		0,002878	0,282999	2,096968	2,823271	<u>NS</u>
Resíduo (c)	0,610197	60						
<i>Total</i>	1,924845	119						
Resíduo médio		53,195441		0,011770				

Tabela 34. Análise de variância da média percentual do número de indivíduos (soldados e operárias) em relação ao total de indivíduos do experimento (TIND). Dados transformados para $\sqrt{X+1}$

	SQ	GL	C.V %	QM	F _{calc}	F5%	F1%	
<i>Blocos</i>	0,012411	3		0,004137	0,908229	3,287383	5,41695	<u>NS</u>
<i>Nitrogênio</i>	0,001332	1	6,58826145	0,001332	0,292537	4,543068	8,683173	<u>NS</u>
<i>Doses</i>	0,024816	2		0,012408	2,724012	3,682317	6,358846	<u>NS</u>
<i>N*Doses</i>	0,00774	2		0,00387	0,849624	3,682317	6,358846	<u>NS</u>
B*Nitrogênio	0,001576	3						
B*Doses	0,053915	6						
B*Doses*Nitrogênio (erro)	0,012833	6						
Resíduo(a)			0,004555					
<i>Parcelas</i>	0,114623	23	C.V %					
<i>épocas</i>	0,014455	4		0,003614	3,8042105	3,2591601	5,4119482	*
<i>épocas*blocos (b)</i>	0,011403	12		0,00095				
<i>épocas*Nitrogênio</i>	0,0018	4	2,5288385	0,00045	0,670484	2,525212	3,649063	<u>NS</u>
<i>épocas*doses</i>	0,010607	8		0,001326	1,975706	2,096968	2,823271	<u>NS</u>
<i>E*N*Doses</i>	0,003324	8		0,000415	0,619062	2,096968	2,823271	<u>NS</u>
Resíduo (c)	0,040266	60		0,000671				
<i>Total</i>	0,196477	119						
Resíduo médio		33,363305		0,001448				

Tabela 35. Análise de variância da média percentual do número de indivíduos mortos (soldados e operárias) em relação ao total de indivíduos dentro de cada tratamento (INDM) Dados transformados para $\sqrt{X+1}$

	SQ	GL	C.V %	QM	F _{calc}	F5%	F1%	
Blocos	0,158978	3		0,052993	1,071231	3,287383	5,41695	<u>NS</u>
<i>Nitrogênio</i>	0,016677	1	20,0697748	0,016677	0,337129	4,543068	8,683173	<u>NS</u>
<i>Doses</i>	0,0014	2		0,0007	0,014149	3,682317	6,358846	<u>NS</u>
<i>N*Doses</i>	0,025398	2		0,012699	0,256709	3,682317	6,358846	<u>NS</u>
B*Nitrogênio	0,179544	3						
B*Doses	0,436762	6						
B*Doses*Nitrogênio (erro)	0,125726	6						
Resíduo(a)			0,049469					
<i>Parcelas</i>	0,944485	23	C.V %					
<i>épocas</i>	0,358328	4		0,089582	7,0100947	3,2591601	5,4119482	**
épocas*blocos (b)	0,153345	12		0,012779				
<i>épocas*Nitrogênio</i>	0,024021	4	14,7615595	0,006005	0,224402	2,525212	3,649063	<u>NS</u>
<i>épocas*doses</i>	0,228624	8		0,028578	1,067878	2,096968	2,823271	<u>NS</u>
<i>E*N*Doses</i>	0,047939	8		0,005992	0,223915	2,096968	2,823271	<u>NS</u>
Resíduo (c)	1,605692	60		0,026762				
<i>Total</i>	3,362435	119						
Resíduo médio		53,075072		0,031303				

Tabela 36. Análise de variância da média percentual do número de indivíduos vivos (soldados e operárias) em relação ao total de indivíduos dentro de cada tratamento (INDV). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$

	SQ	GL	C.V %	QM	Fcalc	F5%	F1%	
Blocos	0,076642	3		0,025547	1,032859	3,287383	5,41695	<u>NS</u>
<i>Nitrogênio</i>	0,009225	1	13,9092452	0,009225	0,372952	4,543068	8,683173	<u>NS</u>
<i>Doses</i>	0,59549	2		0,297745	12,03756	3,682317	6,358846	**
<i>N*Doses</i>	0,064561	2		0,032281	1,305081	3,682317	6,358846	<u>NS</u>
B*Nitrogênio	0,088614	3						
B*Doses	0,133106	6						
B*Doses*Nitrogênio (erro)	0,1493	6						
<i>Parcelas</i>	1,116938	23	C.V %					
<i>épocas</i>	0,926924	4		0,231731	6,9225093	3,2591601	5,4119482	**
<i>época* blocos (b)</i>	0,401695	12		0,033475				
<i>épocas*Nitrogênio</i>	0,104652	4	11,1767447	0,026163	1,63817	2,525212	3,649063	<u>NS</u>
<i>épocas*doses</i>	0,199531	8		0,024941	1,561675	2,096968	2,823271	<u>NS</u>
<i>E*N*Doses</i>	0,13398	8		0,016747	1,048623	2,096968	2,823271	<u>NS</u>
Resíduo (c)	0,958254	60		0,015971				
<i>Total</i>	3,841973	119						
Resíduo médio		53,399158		0,017724				

FIGURAS ANEXADAS



Anexo I. Detalhe da estaca que foi utilizada no experimento de campo.



Anexo II. Esquema experimental com recipientes periféricos contendo as diferentes essências florestais, destacando a presença de vermiculita no recipiente central.



Anexo III. Local de criação dos cupins, constituído de caixas de madeira e serragem de Pinus.

