

**SISTEMA DE AMOSTRAGEM E AVALIAÇÃO
DE DANOS POR CUPINS DE CERNE
(INSECTA: ISOPTERA) EM PLANTIOS DE
Eucalyptus spp.**

NÉLIO RICARDO AMARAL CASTRO

2000

51095

MFV-35998

NÉLIO RICARDO AMARAL CASTRO

SISTEMA DE AMOSTRAGEM E AVALIAÇÃO DE DANOS POR
CUPINS DE CERNE (INSECTA: ISOPTERA) EM PLANTIOS DE
Eucalyptus spp.



Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Curso de
Mestrado em Agronomia, área de concentração em
Entomologia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Jair Campos Moraes

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2000

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Castro, Nélio Ricardo Amaral

Sistema de amostragem e avaliação de danos por cupins de cerne (Insecta:
Isoptera) em plantios de *Eucalyptus* spp. / Nélio Ricardo Amaral Castro. -- Lavras
: UFLA, 2000.

97 p. : il.

Orientador: Jair Campos Mores.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Cupim. 2. Eucalipto. 3. Ocorrência. 4. Cupim de cerne. 5. Distribuição
espacial. 6. Amostragem. 7. Dano. 8. Carvoejamento. I. Universidade Federal de
Lavras. II. Título.

CDD-595.73

-634.96736

NÉLIO RICARDO AMARAL CASTRO

**SISTEMA DE AMOSTRAGEM E AVALIAÇÃO DE DANOS POR
CUPINS DE CERNE (INSECTA: ISOPTERA) EM PLANTIOS DE
Eucalyptus spp.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Curso de
Mestrado em Agronomia, área de concentração em
Entomologia, para obtenção do título de “Mestre”

APROVADA em 20 de novembro de 2000

Prof. Ronald Zanetti Bonetti Filho UFPA

Prof. José Cola Zanuncio UFV


Prof. Jair Campos/Moraes
UFPA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

À minha mãe, Maria Lúcia, e ao meu irmão, Daniel (*In memorian*),
com quem infelizmente não tive a oportunidade de compartilhar esta realização,

OFEREÇO

Ao meu pai, Nélio, a Irani e às minhas irmãs, Adriana e Luciana,
que me acompanharam e me incentivaram nesta caminhada,
sempre com muito amor, apoio e torcida,

AGRADEÇO

Ao meu filho, Bruno, minha mais preciosa criação,
do qual tirei a força e o incentivo necessários,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom maravilhoso da vida.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

Aos professores do Departamento de Entomologia (DEN) da UFLA pelos valiosos ensinamentos, profissionalismo e amizade.

Aos professores Jair e Ronald em especial, pela paciência e confiança que nunca esquecerei e pela competente orientação e amizade, das quais tenho muito orgulho.

Aos professores José Roberto, Fausto e Paulo Trugilho, do Depto. de Ciências Florestais, e Júlio, do Depto. de Ciências Exatas, pelas valiosas sugestões.

Às alunas de pós-graduação Ivani e Adriana, respectivamente dos cursos de Estatística e Ciências Florestais, pelo auxílio indispensável na análise estatística dos dados.

Aos Drs. Reginaldo Constantino, da Universidade de Brasília, e José Eduardo de Almeida, do Instituto Biológico, pela identificação dos cupins.

À empresa de reflorestamento V & M Florestal Ltda. pelo apoio financeiro, pela cessão de seus plantios, hospedagem e alimentação, indispensáveis para a execução dessa pesquisa.

Aos funcionários da V & M, nas pessoas dos senhores Antônio Claret, Guilherme, Élder, Márcio Diniz, José Antônio, Gilmar Maria, Maurício, Julinho, Túlio e Edmilson, pelo apoio, atenção e ajuda inestimáveis. Além dos senhores

Arísio, Zé Fredo, César e Danúσιο, pela indispensável contribuição e companheirismo.

Aos funcionários Osmaír, Jaiminho, Herculano, Lindomar, César, Zé Carlos e Vicente, pela cumplicidade e auxílio na condução do experimento no campo.

Aos cozinheiros e companheiros das sedes das fazendas da V & M, Cecílio, Manezinho, Dinho, Anísio, Juventino e Fatinha, pelos cuidados e momentos agradáveis, e a todos os outros funcionários dessa empresa que, de alguma forma, contribuíram para o desenvolvimento do trabalho e para minha adaptação e bem estar nas fazendas.

Aos funcionários do DEN/UFLA, principalmente Dersão, Nazaré, Marli, Ivani, Fábio e Lisiane, pelo carinho e cordialidade.

Aos colegas da pós-graduação do DEN/UFLA, Danilo, Wilson, Jéfferson, Xandão, Sérgio, Garibalde, Luizão, Sandra, Roberta, Vinícius, Gérson, Alysson, Alim, Amílcar, Keila, Simone, André, Valdirene, Kátia, Leila, Ana e João, e aos da iniciação científica, Fabiana, Lívia, Alexandre e Vítor, pela amizade e momentos marcantes.

Aos companheiros de república, Zebu, Fleury, Luís Fernando, Pernilongo, Zetti, Caçula, Negão, Bomba, Guedão, Véio e Paulinho, pela fraternidade, momentos inesquecíveis e eterna amizade.

À minha namorada Cristiane pelo amor, incentivo e compreensão, que se tornou minha fonte de inspiração nestes últimos meses.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
CAPÍTULO 1	
1 Introdução Geral.....	1
2 Referencial Teórico.....	3
2.1 A cultura do eucalipto.....	3
2.2 Características gerais da ordem Isoptera.....	4
2.2.1 Sistemática do grupo.....	4
2.2.2 Biologia e comportamento dos isópteros.....	5
2.2.3 Importância ecológica dos cupins.....	6
2.2.4 Populações de térmitas.....	7
2.2.5 Danos causados por isópteros.....	8
2.3 Problemas de cupins em plantios de eucalipto.....	10
2.3.1 Cupins de mudas.....	10
2.3.2 Cupins de cerne.....	13
2.4 Métodos de controle de cupins em plantações de eucalipto.....	16
3 Referências Bibliográficas.....	19
CAPÍTULO 2: Ocorrência de Cupins (Insecta: Isoptera) e Determinação do Tamanho Amostral e da Distribuição Espacial do Ataque de Cupins de Cerne em Plantios de <i>Eucalyptus</i> spp.....	
1 Resumo.....	25
2 Abstract.....	26
3 Introdução.....	27
4 Material e Métodos.....	31
4.1 Ocorrência de cupins em plantações de eucalipto.....	31

4.2 Distribuição espacial e tamanho amostral para monitoramento de cupins de cerne em eucaliptais.....	32
5 Resultados e Discussão.....	36
5.1 Ocorrência de cupins em plantações de eucalipto.....	36
5.2 Distribuição espacial e tamanho amostral para monitoramento de cupins de cerne em eucaliptais.....	43
6 Conclusões.....	54
7 Referências Bibliográficas.....	55
CAPÍTULO 3: Avaliação do Dano Causado por Cupins de Cerne (Insecta: Isoptera) em Áreas de Reflorestamento com <i>Eucalyptus</i> spp.....	
1 Resumo.....	59
2 Abstract.....	60
3 Introdução.....	61
4 Material e Métodos.....	64
4.1 Efeito da espécie de eucalipto e do tipo de solo na infestação por cupins de cerne.....	64
4.2 Estimativa do volume de madeira de eucalipto consumido por cupins de cerne.....	66
4.3 Efeito do dano causado por cupins de cerne sobre o volume de carvão.....	69
5 Resultados e Discussão.....	71
5.1 Efeito da espécie de eucalipto e do tipo de solo na infestação por cupins de cerne.....	71
5.2 Estimativa do volume de madeira de eucalipto consumido por cupins de cerne.....	76
5.3 Efeito do dano causado por cupins de cerne sobre o volume de carvão.....	91
6 Conclusões.....	94
7 Referências Bibliográficas.....	95

RESUMO

AMARAL-CASTRO, Nélío Ricardo. Sistema de amostragem e avaliação de danos por cupins de cerne (Insecta: Isoptera) em plantios de *Eucalyptus* spp. Lavras: UFLA, 2000. 97 p. (Dissertação - Mestrado em Entomologia)

Este trabalho teve como objetivos realizar o levantamento das espécies de cupim em florestas de eucalipto, determinar o tamanho amostral e a distribuição espacial do ataque de cupins de cerne, assim como determinar a magnitude dos danos desse grupo de insetos em região de cerrado de Minas Gerais, avaliando-se as taxas de infestação em diferentes espécies de eucalipto e tipos de solo, estimando-se a perda em volume de madeira e analisando-se a influência de seu ataque sobre o volume de carvão produzido. Foram encontradas 32 espécies de cupim, dentre elas duas novas, agrupadas em 25 gêneros. A distribuição espacial do ataque dos cupins de cerne em eucaliptais foi melhor representada pelo modelo da distribuição β -binomial, demonstrando um padrão agregado. O tamanho amostral foi estabelecido, para João Pinheiro, Minas Gerais, em 29, 22 e duas parcelas lineares de 40 plantas, respectivamente para *E. camaldulensis*, *E. urophylla* e *E. citriodora*; e para Bocaiúva, Minas Gerais, em quatro, sete e seis parcelas lineares de 40 plantas, respectivamente para *E. camaldulensis*, *E. urophylla* e *E. cloeziana*. Essas duas últimas espécies apresentaram maior infestação, com 7,5 e 7,2%, respectivamente, seguidas por *E. camaldulensis* com 3,6% de ataque e por *E. citriodora* com 0,9%. Os plantios foram mais infestados em solo arenoso, sendo que *E. urophylla* e *E. camaldulensis* apresentaram, respectivamente, taxas de infestação de 25,0 e 20,4% neste tipo de solo e de 7,5 e 3,6% em solo argiloso. A equação de melhor ajuste para a estimativa do volume de madeira consumido (V_c) pelos cupins de cerne foi aquela em função do diâmetro da árvore (DAP) para *E. camaldulensis* ($V_c = e^{(-8,2334+0,1131 \text{ DAP})}$) e em função da altura da planta (H) para *E. urophylla* ($V_c = e^{(-12,1271+0,3087 \text{ H})}$). Foi estimada uma redução de 0,65 m³ de madeira de *E. urophylla*/ha (1,60%) e de 0,32 m³ de madeira de *E. camaldulensis*/ha (1,17%). Entretanto, não houve diferença entre o volume consumido das espécies, baseando-se nas equações em função do DAP, indicando que o modelo independente da espécie ($V_c = e^{(-8,4912+0,1485 \text{ DAP})}$) foi suficiente para expressar a intensidade do dano, em relação ao diâmetro da árvore, para as duas espécies. O volume produzido de carvão proveniente de madeira sem dano foi semelhante

* Orientador: Jair Campos Moraes - UFLA.

Co-orientador: Ronald Zanetti Bonetti Filho - UFLA.

àquele proveniente de madeira danificada pelos cupins de cerne, indicando que não houve efeito do ataque desses insetos sobre o volume de carvão produzido.

ABSTRACT

AMARAL-CASTRO, Nélio Ricardo. **Sampling system and evaluation of damage by heartwood termites (Insecta: Isoptera) in *Eucalyptus* spp. plantations.** Lavras: UFLA, 2000. 97 p. (Dissertation - Master in Entomology).*

This research aimed to survey the termite species in eucalyptus forests, to determine sample size and spatial distribution of attack of heartwood termites as well as to determine the magnitude of damage of this group of insects in cerrado region of Minas Gerais state, Brazil, by evaluating infestation levels in different eucalyptus species and soil types, by estimating losses in wood production and by analyzing influence of its attack on the charcoal produced. 32 termite species, among them two new species, grouped into 25 genera were found. The spatial distribution of attack by heartwood termites in eucalyptus was better represented by the β -binomial distribution model, showing an aggregated pattern. Sample size was established, for João Pinheiro, Minas Gerais state, Brazil, in 29, 22 and two linear plots of 40 plants, respectively for *E. camaldulensis*, *E. urophylla* and *E. citriodora* and, for Bocaiúva, Minas Gerais state, Brazil, in four, seven and six linear plots of 40 plants, respectively for *E. camaldulensis*, *E. urophylla* and *E. cloeziana*. These two latter species showed higher infestation levels, with 7.5 and 7.2%, respectively, followed by *E. camaldulensis* with 3.6% of attack and by *E. citriodora* with 0.9%. The plantations were most infested in sandy soil, where *E. urophylla* and *E. camaldulensis* presented, respectively, infestation levels of 25.0 and 20.4% in this soil type and of 7.5 and 3.6% in clayey soil. The best equation to estimate consumed wood production by heartwood termites was that based on tree diameter (DAP) for *E. camaldulensis* ($V_c = e^{(-8.2334+0.1131 \text{ DAP})}$) and based on tree height (H) for *E. urophylla* ($V_c = e^{(-12.1271+0.3087 \text{ H})}$). A reduction of 0.65 m³ of wood of *E. urophylla*/ha (1.60%) and of 0.32 m³ of wood of *E. camaldulensis*/ha (1.17%) was estimated. Nevertheless, there was no difference between the consumed production of the species, based on the equations in terms of DAP, indicating that the model independent of species ($V_c = e^{(-8.4912+0.1485 \text{ DAP})}$) was enough to express the damage intensity, in terms of tree diameter, for two species. The charcoal production coming from undamaged wood was similar to that coming from heartwood termite-damaged wood, indicating that there was no effect of attack of these insects on the charcoal production.

* Adviser: Jair Campos Moraes - UFLA

Co-adviser: Ronald Zanetti Bonetti Filho - UFLA

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

O eucalipto (*Eucalyptus* spp.), essência florestal exótica proveniente da Austrália, encontrou condições favoráveis de clima e solo que lhe permitiram uma ótima adaptação, e atualmente é a espécie mais utilizada em programas de reflorestamento no Brasil.

Entretanto, as próprias características da cultura, que exige uma grande extensão territorial com plantios homogêneos, vêm a favorecer o desenvolvimento de alguns grupos de insetos, como os cupins, que são considerados pragas em florestas implantadas por toda região tropical do planeta. De acordo com Cowie, Logan e Wood (1989), o ataque de cupins em florestas, principalmente nos trópicos semi-áridos e sub-úmidos, provoca danos econômicos significantes e pode constituir um fator limitante para a implantação de florestas comerciais de eucalipto, se não for controlado preventivamente.

Insetos da ordem Isoptera têm como principal fonte de alimentação materiais constituídos de celulose, sendo que os cupins podem danificar plantios jovens e adultos de eucalipto. Por outro lado, devido a este hábito alimentar, a maioria das espécies não é prejudicial, pelo contrário, os cupins são considerados importantes por atuarem na decomposição da matéria orgânica, colaborando na reciclagem dos minerais, além de exercerem influência benéfica no solo, alterando sua estrutura e aeração (Wood e Sands, 1978; Berti Filho, 1993). No entanto, algumas espécies, em certas condições, tornam-se pragas.

Há dois grupos de cupins que atacam florestas implantadas: os que danificam mudas, causando destruição do sistema radicular ou anelamento na

região do colo, e os que atacam árvores formadas, destruindo o seu interior, chamados de cupins de cerne.

As medidas de controle são realizadas para os cupins que atacam as mudas, pois os danos são fácil e rapidamente detectados. Já com relação aos cupins de cerne, o ataque é de difícil detecção no campo, pois as espécies são de hábito subterrâneo e não deixam sintoma externo de sua presença (Anjos, Santos e Zanuncio, 1986). Dessa forma, o dano somente será notado durante as operações de corte ou colheita da madeira. Assim, conforme mencionaram Wilcken e Raetano (1998), ainda não existe um método de controle eficiente para esse grupo de insetos, não havendo solução prática a curto prazo.

Apesar do recente incremento na quantidade de trabalhos para o controle de cupins em plantios de eucalipto, é notória a demanda de conhecimentos sobre esses insetos no Brasil. Há uma necessidade premente de pesquisas que procurem elucidar diversos aspectos relacionados aos cupins, principalmente aqueles de hábito subterrâneo e, em virtude desta realidade, este trabalho foi desenvolvido com os objetivos de:

- 1) identificar as espécies de cupim que ocorrem nos povoamentos de eucalipto, em regiões de cerrado de Minas Gerais;
- 2) determinar o tipo de distribuição espacial dos cupins de cerne em eucaliptais;
- 3) determinar o tamanho amostral para o monitoramento do ataque desse grupo de cupins em plantios de eucalipto;
- 4) determinar o efeito da espécie de eucalipto e/ou tipo de solo sobre o ataque de cupins de cerne em áreas de reflorestamento com eucalipto;
- 5) estimar o volume de madeira de eucalipto consumido pelos cupins de cerne; e
- 6) verificar o efeito do ataque dos cupins na madeira sobre a quantidade e qualidade do carvão produzido.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do eucalipto

Árvore da família das Mirtáceas, o gênero *Eucalyptus* abrange mais de 700 denominações entre espécies, variedades e híbridos em todo o mundo, o que propicia uma utilização multivariada de sua madeira. O eucalipto é uma essência tolerante à seca e a solos pobres, apresenta rápido crescimento, atingindo a idade de corte entre cinco e sete anos, dependendo da finalidade e da região.

No cenário nacional, a cultura do eucalipto encontra-se entre as três maiores em área cultivada, destacando-se o estado de Minas Gerais como o maior reflorestador e consumidor de produtos florestais. A eucaliptocultura brasileira tem demonstrado ser uma das mais produtivas, avançadas e competitivas do mundo, e vem colocando o setor florestal numa situação relevante na economia do país, com uma participação de 2 a 7% no PIB nacional durante os últimos 20 anos (Torres, 1996).

No Brasil, grandes áreas foram plantadas com florestas de eucalipto a partir da década de sessenta, cuja exploração racional visa satisfazer a demanda de madeira para diversos fins. Usinas siderúrgicas e indústrias de papel e celulose, entre outras, procuram garantir o suprimento adequado de matérias-primas pela execução de grandes plantios, cuja rotatividade do corte assegure-lhes a perenidade dos empreendimentos.

Esses plantios extensos e homogêneos favorecem o surgimento de insetos-praga, destacando-se as formigas cortadeiras e as lagartas desfolhadoras (Zanuncio, 1993) como os mais prejudiciais, seguidos pelos cupins.

2.2 Características gerais da ordem Isoptera

Os cupins, também chamados de térmitas, siriris ou aleluias, são insetos sociais polimórficos que constroem seus ninhos, chamados cupinzeiros ou termiteiros, para a proteção da colônia, armazenamento de alimento e a manutenção de condições ótimas para o desenvolvimento dos indivíduos. Pertencem à ordem Isoptera, cujo nome deriva do fato das formas aladas possuírem dois pares de asas membranosas sub-iguais (*Iso* = igual; *pteron* = asas). São insetos mastigadores e desenvolvem-se por paurometabolia (Gallo et al., 1988).

2.2.1 Sistemática do grupo

Os isópteros ocorrem em áreas tropicais e temperadas do mundo e encontram-se distribuídos entre os paralelos 52° N e 45° S (Fontes, 1995). Há cerca de 2.750 espécies conhecidas no mundo, das quais cerca de 280 ocorrem no Brasil (Constantino, 2000). Estes insetos estão, atualmente, divididos nas famílias Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae, Termitidae, Mastotermitidae, Hodotermitidae e Termopsidae, com espécies das quatro primeiras ocorrendo no Brasil (Canello et al., 1998).

Os membros da família Kalotermitidae são conhecidos como cupins de madeira seca e algumas de suas espécies são consideradas pragas em áreas urbanas. Os Rhinotermitidae são, na maioria, subterrâneos e alimentam-se de madeira, sendo algumas espécies de *Coptotermes* e *Heterotermes* consideradas pragas tanto em áreas urbanas como em zonas rurais. Serritermitidae é representada por uma única espécie, *Serritermes serrifer* (Hagen, 1858), exclusiva do cerrado do Brasil. A família Termitidae é considerada a mais evoluída e inclui cerca de 70% das espécies conhecidas no mundo. Compreende quatro subfamílias, das quais três ocorrem no Brasil: Apicotermitinae, desprovida de soldados, com a maioria das espécies vivendo no solo;

Nasutitermitinae, com soldados nasutos e outros mandibulados, ambos abundantes em todo o Brasil, sendo algumas espécies de *Nasutitermes* e *Syntermes* consideradas de importância econômica; Termitinae, com a maioria vivendo no solo, porém existindo algumas espécies xilófagas (Canello et al., 1998; Constantino, 2000).

Segundo Fontes (1995), a sistemática de cupins incorpora características morfológicas externas, morfologia do tubo digestivo do operário, padrão de arquitetura do ninho, características químicas da secreção defensiva dos soldados, particularidades comportamentais relacionadas com padrões morfológicos e hábitos. Assim, o estudo taxonômico não se restringe ao inseto morto, mas requer informações sobre a sua biologia geral.

2.2.2 Biologia e comportamento dos isópteros

Com relação à organização social nos termiteiros, Nogueira (1995) cita que as colônias são formadas por castas temporárias e permanentes. As castas temporárias são formas sexuadas e aladas, constituídas por machos e fêmeas, que abandonam o cupinzeiro para fundar novas colônias. Nas permanentes encontram-se indivíduos de duas categorias: os reprodutores alados, como o casal real, e os ápteros e estéreis de ambos os sexos, como os operários e os soldados. Segundo Noirot (1969), o casal real, formado por rei e rainha, é responsável pela reprodução na colônia. A cópula ocorre de maneira periódica e a rainha passa por um processo denominado fisiogastria. Na falta do casal real, a proliferação da colônia é mantida pelos reprodutores secundários ou reis e rainhas de substituição. As operárias constituem a maior parte da população do cupinzeiro e desempenham todas as funções da colônia, exceto a de reprodução, enquanto os soldados promovem a defesa da colônia.

A propagação das espécies, segundo Nutting (1969), ocorre anualmente pela enxameagem ou revoada, quando grande parte dos alados são destruídos por inimigos naturais (predadores).

Os ninhos dos cupins podem ser agrupados conforme o local onde são formados, dessa forma existem aqueles que vivem na madeira, os cupins subterrâneos, os de montículo (epígeos), os arborícolas e aqueles que vivem numa câmara simples no subsolo (Noirot, 1970).

A fonte alimentar básica dos cupins são os materiais celulósicos e lignocelulósicos sob diferentes formas, como madeira viva ou morta em diferentes estádios de decomposição, gramíneas, serrapilheira, raízes, sementes, húmus, fungos, etc.. Alimentam-se também de uma grande variedade de produtos de origem animal, como couro, lã e excrementos. Em termos gerais, a digestão da celulose é feita com auxílio de microrganismos intestinais simbiotes (Harris, 1971). Segundo Nogueira (1995), a troca de alimento entre os indivíduos da colônia é conhecida como trofalaxia e ocorre sob duas formas: o alimento regurgitado pela cavidade bucal é denominado estomodeico e o que sai pelo ânus é chamado de proctodeico. Além disso, o canibalismo é muito freqüente entre os cupins.

2.2.3 Importância ecológica dos cupins

Devido ao seu hábito alimentar, os cupins exercem um importante papel nos ecossistemas terrestres, funcionando como consumidores primários, além de serem considerados importantes agentes no processo de biodecomposição da madeira e de compostos celulósicos em geral, contribuindo para a reciclagem dos nutrientes. Também exercem poderosa influência benéfica no solo, canalizando-o através da construção de ninhos e/ou galerias, sendo responsáveis pela distribuição de vários nutrientes e contribuindo para a recuperação ou

manutenção da porosidade, aeração, umidade e ciclagem de partículas minerais e orgânicas entre horizontes (Harris, 1971; Wood e Sands, 1978).

Lee e Wood (1971) e Bandeira (1985) apontaram que a concentração de nutrientes é superior nos ninhos em relação ao solo adjacente, sendo que as plantas ao redor destes são mais verdes e atingem maior porte.

Os termiteiros servem de abrigo a uma fauna bastante diversificada, dentro da qual os organismos são divididos em termitófilos e termitariófilos. O primeiro termo só é empregado quando há algum tipo de relação obrigatória da espécie com os cupins, e o último diz respeito aos indivíduos que usam o ninho apenas para abrigo e proteção (Araujo, 1970).

Em alguns ecossistemas, os cupins representam a maior parte da biomassa terrestre de insetos, como demonstraram Bandeira e Torres (1985), em florestas primárias da Amazônia Central.

Como consumidores primários, os térmitas servem de fonte alimentar para vários animais, como artrópodes e vertebrados, incluindo tribos indígenas da Amazônia, bem como vários povos da África (Canello et al., 1998).

2.2.4 Populações de térmitas

O tamanho das populações de cupins nas colônias varia com a idade, tamanho e temperatura do ninho, com a época do ano, tipo de solo (Bandeira e Torres, 1985; Aber, 1989), e também com a espécie de cupim (Forti e Andrade, 1995).

Lee e Wood (1971) e Forti e Andrade (1995) mencionaram que a densidade de termiteiros varia muito em função de diversos fatores, como a vegetação, o solo, o clima, a espécie de cupim considerada e o tempo em que a área permaneceu sem alteração. Segundo Haverty, Nutting e Lafage (1975), a espécie *Heterotermes aureus* ocorre em altas densidades, com até 190 colônias/ha.

Segundo Lee e Wood (1971), o tipo de solo, com suas devidas proporções de areia, silte e argila, bem como a distribuição desses componentes no perfil e a profundidade dos solos, afetam principalmente a ocorrência de cupins que fazem ninhos na forma de montículo, enquanto os subterrâneos são menos afetados.

Características da vegetação também influenciam a distribuição de cupins. Kemp (1955) constatou que alguns ninhos epigeos só ocorrem em locais sombreados, embora o excesso de sombra exclua certas espécies. O mesmo efeito foi encontrado por Sands (1965) para a distribuição de espécies de cupins subterrâneos. A ocorrência de cupinzeiros é dependente também da idade e da espécie vegetal (Sales, 1985), e quanto maior for a disponibilidade de plantas, maior será a ocorrência de ataques de cupins (Catella, Fernandes e Mesquita, 1985).

De acordo com Siqueira e Kitayama (1983), em áreas perturbadas, tais como pastagem semi-desmatada, pastagem cultivada e vegetação secundária, a densidade de termiteiros geralmente é maior do que em áreas não perturbadas; porém, o número de espécies de cupins é menor, conforme Wood, Johnson e Ohiagu (1977), citados por Forti e Andrade (1995).

2.2.5 Danos causados por isópteros

Apesar da grande diversidade de cupins em nosso meio, apenas 10% das espécies são consideradas pragas, sendo prejudiciais tanto na área urbana como na atividade agro-silvo-pastoril.

Em áreas urbanas, o maior problema é atribuído aos cupins xilófagos, sendo o cupim de madeira seca, *Cryptotermes brevis* (Walker, 1853) e o cupim subterrâneo, *Coptotermes havilandi* (Holmgren, 1911), as principais espécies que ocorrem no Brasil (Fontes, 1998).

Em áreas agrícolas, os cupins são importantes pragas das culturas de cana-de-açúcar, arroz, trigo, milho e amendoim (Gallo et al., 1988), podendo também atacar sementeiras, raízes do cafeeiro, abacaxi, tubérculos e plantas frutíferas. As espécies mais importantes para a agricultura brasileira pertencem aos gêneros *Heterotermes*, *Cornitermes*, *Syntermes*, *Neocapritermes* e *Procornitermes* (Forti e Andrade, 1995).

Com relação às pastagens, o maior problema enfrentado é em decorrência da presença de cupins de montículo. De acordo com Fernandes, Czapak e Veloso (1998), o gênero *Cornitermes* é o mais freqüente, porém o dano econômico não é significativo, tratando-se somente de um problema estético.

Na silvicultura, de acordo com Logan, Cowie e Wood (1990), a severidade do ataque de cupins é geralmente maior em florestas plantadas com espécies exóticas do que em florestas naturais e, além disso, plantas estressadas por doenças, danos mecânicos ou estiagem prolongada são mais suscetíveis ao ataque. Nair e Varma (1985) relataram que cupins atacam florestas plantadas devido a diversos fatores, como a espécie de cupim, sua densidade populacional, seu ritmo de atividade estacional, o acúmulo de resíduos no solo, o tipo de solo, suas condições de umidade, a espécie de planta e seu estado fisiológico.

De acordo com Harris (1971), na África os eucaliptos são as espécies arbóreas florestais mais atacadas pelos cupins, os pinus são atacados eventualmente e *Gmelina arborea* Roxb. é resistente. Todavia, no estado do Pará, cupins do gênero *Coptotermes* foram observados atacando o tronco de *Gmelina arborea* (Berti Filho, 1993).

Na Austrália, Nkunika (1988) relatou o ataque de cupins em florestas nativas de *Eucalyptus* sp. e em plantações de *Pinus radiata* (D. Don, 1836), encontrando danos desses insetos em árvores vivas de eucalipto e toras e cepas de eucalipto e pinus.

Segundo Berti Filho (1993), na região Neotropical as espécies de *Eucalyptus* apresentam alta mortalidade nos estádios iniciais do estabelecimento no campo, além de danos em árvores vivas e em cepas devido ao ataque de cupins das famílias Kalotermitidae, Rhinotermitidae e Termitidae.

2.3 Problemas de cupins em plantios de eucalipto

Os povoamentos de eucalipto constituem uma fonte de recursos extraordinária para alimentação de cupins, fazendo com que algumas espécies sejam elevadas ao “status” de praga, devido ao ataque a mudas ou árvores vivas, podendo ocasionar destruição do sistema radicular, morte das mudas ou perda da qualidade da madeira.

De acordo com Wilcken e Raetano (1995), os cupins-praga de florestas implantadas podem ser divididos em dois grupos:

- 1) cupins que atacam mudas, desde o plantio até a idade de um ano, conhecidos como cupins das mudas, das raízes ou do colo, que causam destruição do sistema radicular (“descorticamento do pião”) ou anelamento da muda na região do colo, o que geralmente leva as mudas à morte.
- 2) cupins que atacam árvores formadas (com mais de dois anos), destruindo o seu interior, chamados de cupins de cerne ou da casca, que provocam riscos para o suprimento de matéria-prima de boa qualidade e em quantidade suficiente para sua utilização.

2.3.1 Cupins de mudas

Dentre os países tropicais, o Brasil, a Índia e alguns países africanos são aqueles em que os danos ocasionados por esses cupins são os mais severos (Nair e Varma, 1985; Wardell, 1987; Cowie, Logan e Wood, 1989; Wilcken, 1992).

Desde 1908, quando se iniciaram os plantios comerciais no estado de São Paulo, até 1942, de um total de dois milhões de mudas cultivadas, 70%

apresentaram ataque de *Syntermes insidians* e *S. molestus*, que causavam a morte das mudas, logo após o transplante, pelo descorticamento total do pião (Fonseca, 1952).

Anjos, Santos e Zanuncio (1986) mencionaram que *Syntermes insidians* e *S. molestus* causam danos em plantios novos de *Eucalyptus* spp., realizando o descorticamento do pião e danificando as raízes finas, com conseqüente murchamento e seca das folhas, mas nesse estágio os cupins não são mais encontrados no local de ataque. Afirmaram também que embora os danos não atinjam grandes proporções, torna-se necessária a operação de replantio que, além de onerosa, vai ocasionar uma desuniformidade futura nos plantios.

A maioria dos cupins que ataca eucaliptos não constrói montículos, portanto a ausência desses numa floresta não significa que ela esteja livre do ataque de cupins e, reciprocamente, a presença de montículos não indica, necessariamente, uma ameaça de ataque por esses insetos (Berti Filho, 1995). Também o fato de se encontrarem cupins nas proximidades de plantas mortas não é suficiente para associá-los ao dano, pois, segundo Dietrich (1989), de 27 gêneros coletados em plantio de eucalipto, somente um causava danos ao cerne e nove estavam se alimentando das raízes.

Segundo Nair e Varma (1985), os cupins das mudas podem atacar a partir de 15 dias do plantio até a idade de dois anos, sendo que a maior parte dos ataques ocorre nos quatro meses de plantio no campo, quando as plantas têm cerca de dez meses. O período de maior suscetibilidade das mudas de *Eucalyptus grandis* a *Cornitermes cumulans*, conforme observado por Wilcken (1992), foi de 34 a 76 dias após o plantio. Entretanto, o período de suscetibilidade das mudas varia com a espécie de cupim.

No Brasil, Berti Filho (1993) considera *Eucalyptus citriodora*, *E. grandis*, *E. robusta* e *E. tereticornis* as espécies florestais arbóreas mais

suscetíveis aos cupins, enquanto na China, *E. citriodora* e *E. maculata* mostraram um certo grau de resistência a esses insetos (Harris, 1971).

O principal dano, que é a mortalidade de mudas, é expressivo. Na Índia, as falhas no “stand” podem ser de 4 a 80% (Nair e Varma, 1985), e na África variam entre 50 e 80% (Wardell, 1987). Nas condições brasileiras, Wilcken (1992) constatou mortalidade de 18% em mudas de *E. grandis*, causadas por *Cornitermes* sp.. Para plantios comerciais, segundo Wilcken e Raetano (1995), a porcentagem de falhas aceitável encontra-se entre 2 e 5%, e acima destes níveis o replantio torna-se muito oneroso.

No Brasil, as raízes de eucalipto podem ser atacadas por *Anoplotermes pacificus*, *Anoplotermes* sp., *Armitermes eumignatus*, *Armitermes* sp., *Cornitermes cumulans*, *Cornitermes* sp., *Neocapritermes opacus*, *Procornitermes araujoi*, *P. striatus*, *P. triacifer*, *Syntermes insidians* e *S. molestus* (Mariconi, 1981). Esta relação foi ampliada por Dietrich (1989) com o primeiro registro de espécies dos gêneros *Aparatermes*, *Cylindrotermes*, *Embiratermes*, *Obtusitermes*, *Rhyncotermes* e *Subulitermes* em mudas de eucalipto.

Em Kerala, Índia, *Eurytermes topslippensis*, *Pericapritermes assamensis*, *P. vytririi*, *Microcerotermes obesi*, *Odontotermes ceylonicus*, *O. guptai*, *O. malabaricus*, *O. obesus* e *O. roonwali* causaram danos em mudas de *Eucalyptus tereticornis*, *E. grandis*, *E. citriodora* e *E. robusta* (Nair e Varma, 1985).

Na África, os cupins considerados como pragas de florestas, em viveiros e plantações jovens, pertenciam aos gêneros *Macrotermes*, *Microtermes*, *Odontotermes*, *Ancistrotermes*, *Allondotermes* e *Pseudocanthotermes*, sendo os três primeiros os mais prejudiciais ao plantio (Wardell, 1987).

Acredita-se que quando se preparava o solo para o plantio de uma floresta de eucalipto, queimando a vegetação da área, ocorria a eliminação, pelo

menos no primeiro ano do plantio, da cobertura vegetal do solo, restando as mudas plantadas como a única alternativa para os cupins. Entretanto, embora hoje não se queime mais a área para o plantio, o ataque dos cupins se mantém, pois estes são atraídos pela umidade das mudas.

2.3.2 Cupins de cerne

Os países que apresentam maiores problemas com os cupins de cerne são o Brasil (Nogueira e Souza, 1987; Santos et al., 1990) e a Austrália (Nkunika, 1988). Esses insetos penetram na planta hospedeira através das raízes, cicatrizes deixadas no tronco pela derrama de galhos, locais de apodrecimento da casca e onde o cilindro central fica exposto, e constroem galerias pelo interior do tronco, alastrando-se no sentido ascendente a alturas variadas, destruindo o cerne e deixando as árvores ocas. A presença desses cupins dificilmente é notada por serem espécies de hábito subterrâneo e não deixarem sintoma externo de seu ataque. Dessa forma, a planta aparenta-se saudável e só se observa a infestação caso haja ventos fortes que provoquem a queda das árvores ou por ocasião do corte, sendo que, nesse último caso, a madeira já se encontra bastante danificada (Anjos, Santos e Zanuncio, 1986; Santos et al., 1990).

No Brasil, o problema com este grupo de cupim tem se tornado maior com a intensificação da exploração de povoamentos de eucalipto em regiões do cerrado de Minas Gerais, como o relatado para *Coptotermes testaceus* em troncos de *Eucalyptus* spp. (Anjos, Santos e Zanuncio, 1986).

O dano ao cerne de plantas vivas pode ser uma adaptação dessa espécie de cupim ao eucalipto, pois verificou-se que esse inseto ataca espécies de plantas autóctones do cerrado. Danos semelhantes têm sido relatados em outras regiões do país, como na Amazônia, em plantas como seringueira (*Hevea brasiliensis*) e pau-rosa (*Aniba duckei*) (Nogueira e Souza, 1987).

O início do ataque ocorre quando a planta ainda se encontra jovem, porém não se notam sinais ou sintomas da infestação inicial e a atuação dos cupins vai expandindo à medida que a planta cresce, conseqüentemente aumentando seu diâmetro, conforme observaram Nogueira e Souza (1987). Os autores avaliaram o ataque desse cupim em plantas de acordo com seus diâmetros, em dois talhões de eucalipto com dez anos de idade, e constataram uma variação na porcentagem de ataque de 6,4 a 10,9% para plantas com até 10 cm de diâmetro, e de 26,3 a 41,3% para as árvores com mais de 20 cm de diâmetro.

Levantamentos realizados por Santos et al. (1990), em áreas de povoamento de *E. grandis* nos cerrados de Minas Gerais, indicaram que o índice de danos atingiu uma média de 14,4% de árvores atacadas por *C. testaceus*, sendo o dano médio total, para a região amostrada, de 3,17 m³/ha por ocasião do corte. Além da quantificação desse dano, nada se sabe sobre a qualidade do carvão obtido dessa madeira atacada e sobre o potencial desses tocos danificados para promover uma nova brotação para o futuro povoamento. Os autores também encontraram evidências de que o fator edáfico poderia ser determinante para um maior ou menor grau de infestação, uma vez que áreas contíguas de um mesmo povoamento apresentaram gradientes diferentes de ataque.

Nogueira e Souza (1987) encontraram um índice médio de danos de 24,06% em áreas de corte de eucalipto de dez anos de idade, no município de Curvelo, MG.

No Brasil, além de *C. testaceus*, existem outras espécies de cupim que atacam o cerne de plantas vivas de eucalipto, como algumas pertencentes aos

gêneros *Heterotermes*, *Nasutitermes* e *Armitermes* (Wilcken¹, informação pessoal).

Nair, Varma e Karunakaran (1986), citados por Berti Filho (1995), mencionaram que *Porotermes adamsoni*, *Coptotermes acinaciformes*, *Coptotermes frenchi* e *Neotermes insulares* são prejudiciais às florestas de eucalipto na Austrália, pois destroem o cerne de árvores vivas, principalmente em plantios mais antigos, levando a perdas econômicas. Ainda na Austrália, Nkunika (1988) relatou que os cupins que atacam árvores são o principal grupo de inseto-praga naquele país, incluindo as espécies *Bifiditermes improbus* e *Kalotermes banksiae*, além de *P. adamsoni* e *C. acinaciformes*, como as de maior importância para *Eucalyptus* spp..

Segundo Greaves et al. (1967), citados por Lee e Wood (1971), a espécie mais prejudicial nas florestas da Austrália é *C. acinaciformes*, um cupim subterrâneo que faz ninho dentro das árvores ou em montículos. Numa floresta virgem de *Eucalyptus pilularis*, as espécies *C. acinaciformes* e *C. frenchi* foram responsáveis por 92% da perda total da floresta.

Elliott e Bashford (1984), estudando a incidência e os efeitos de *P. adamsoni* em duas áreas de plantios de *Eucalyptus* spp. na Tasmânia, verificaram valores de 43 e 60% de árvores atacadas e que as espécies de *Eucalyptus sieberi*, *Eucalyptus obliqua*, *Eucalyptus amygdalina*, *Eucalyptus viminalis*, *Eucalyptus globulus* e *Eucalyptus tereticornis* mostraram-se suscetíveis ao ataque desse cupim. Constataram, ainda, que 90% das árvores com mais de 105 cm de diâmetro encontravam-se atacadas e que os danos ocorriam principalmente no cerne, ocasionando uma redução no potencial de madeira serrada, de resíduos e de celulose.

¹ Professor Carlos Frederico Wilcken. Departamento de Defesa Fitossanitária, Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP - Campus de Botucatu - SP, Cx. postal 237, CEP 18603-970, E-mail: cwilcken@fca.unesp.br

2.4 Métodos de controle de cupins em plantações de eucalipto

O controle de cupins subterrâneos em plantios de eucalipto, de acordo com Wilcken e Raetano (1998), baseia-se no princípio da barreira química, utilizando inseticidas com grande poder residual (mínimo de seis meses).

Para a proteção das mudas, quando não se utilizam tubetes plásticos para formação destas, faz-se a aplicação de cupinidas nos viveiros e o tratamento do substrato (Berti Filho, 1993), enquanto nas empresas florestais nas quais os tubetes foram adotados, procede-se a imersão das mudas em solução inseticida antes do plantio. Porém, de acordo com Wilcken e Raetano (1998), o tratamento das covas de plantio ainda é o método mais utilizado no mundo.

Entre os inseticidas utilizados, alguns mostraram eficiência de controle entre 90 e 100% até seis meses após o plantio, como o fipronil (Raetano e Wilcken, 1995) e o imidacloprid (Alves, Wilcken e Raetano, 1997). Destacam-se também o carbosulfan, fonofós, dissulfoton, permetrina, teflutrina e bifentrina (Resende et al., 1995; Wilcken e Raetano, 1998). Quanto aos reguladores de crescimento, Weidner (1987) obteve ótimos resultados com diflubenzuron e Jones (1989), com fenoxicarbe.

Recentemente, o fipronil (fenilpirazol) foi oficialmente registrado como cupinicida florestal para uso em plantações de eucalipto e novos produtos têm sido testados, principalmente piretróides e neonicotinóides (Wilcken, 2000).

De acordo com Mariconi et al. (1995), para as espécies de cupim que fazem seus ninhos sob a forma de montículo, o controle realiza-se com a aplicação do produto químico no núcleo do ninho, através de um canal feito com varão de aço de 25 mm de diâmetro. Abamectina, fipronil, imidacloprid, endossulfan e fosfeto de alumínio destacaram-se pela alta eficiência nos testes desses autores.

Existem outros métodos alternativos para o controle de cupins que, com o avanço da pesquisa, poderão ser utilizados na cultura do eucalipto. Um deles

constitui a utilização de iscas tóxicas (Jones, 1989). Para Costa-Leonardo e Thorne (1995), a estratégia das iscas tóxicas é atrair os cupins e posteriormente eliminá-los através da alimentação, utilizando tóxicos de ação lenta, como os reguladores de crescimento, ou agentes entomopatogênicos, que em baixas dosagens podem eliminar grande quantidade de insetos.

O controle biológico com fungos entomopatogênicos é outro método promissor para o controle de cupins (Logan, Cowie e Wood, 1990). Alves (1992) e Almeida e Alves (1993) mostraram a infectividade e a patogenicidade dos fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* em condições de laboratório. Já em testes no campo, Fernandes e Alves (1992) aplicaram isolados selecionados desses fungos em colônias de *Cornitermes cumulans* (5 g de conídios/colônia), alcançando 100% de mortalidade após dez dias de aplicação.

Quanto ao controle cultural, para reduzir o ataque de cupins nas mudas de eucalipto, Wilcken e Raetano (1995) recomendaram o uso de mudas vigorosas, aração e gradeação ou, dependendo do caso, adoção do cultivo mínimo, adubação e calagem adequadas. Com relação ao ataque dos cupins de cerne, de acordo com Perry, Lenz e Watson (1985) e Logan, Cowie e Wood (1990), árvores estressadas estariam mais suscetíveis ao ataque desses cupins; portanto, deveriam ser adotadas medidas como prevenção de incêndios, retirada de árvores danificadas ou doentes, adubações e seleção de espécies mais adaptadas.

De acordo com Wilcken e Raetano (1995), apesar de existirem recomendações de controle para os cupins que atacam o cerne de eucaliptos, como a aplicação de inseticidas líquidos dentro dos troncos ou tocos, essas táticas são de caráter paliativo e temporárias, pois não atingirão a colônia que está no solo. A aplicação e incorporação de inseticidas no solo, próximo aos tocos atacados, é uma tática de manejo que necessita de mais estudos, pois nessa

idade o sistema radicular a ser protegido é muito desenvolvido, sendo necessárias altas dosagens de inseticidas, sem a garantia de sucesso.

Como os cupins desse grupo são de difícil detecção no campo, as áreas atacadas devem ser mapeadas e cadastradas, para que medidas preventivas possam ser tomadas quando se reforma a área. Devem ser iniciadas pesquisas sobre seleção e/ou procedências de eucalipto menos suscetíveis aos cupins de cerne e da casca, método mais indicado contra pragas de hábito broqueador e de difícil detecção (Wilcken e Raetano, 1995).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABER, A. Análises de la población de los nidos de *Termes saltans* (Wasmann, 1897) (Isoptera, Termitidae) en Uruguay: ciclo anual de castas y enjambrazón. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 161-168, set. 1989.
- ALMEIDA, J.E.M.; ALVES, S.B. Metodologia para seleção de patógenos visando ao controle de *Heterotermes tenuis* (Isoptera; Rhinotermitidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14., 1993, Piracicaba, SP. **Resumos ...** Piracicaba, SP: SEB, 1993. p. 345.
- ALVES, A.N.; WILCKEN, C.F.; RAETANO, C.G. Controle de cupins subterrâneos (Isoptera) em plantios de eucalipto com imidacloprida e dissulfoton mais triadimenol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., 1997, Salvador, BA. **Resumos ...** Salvador, BA: SEB, 1997. p. 253.
- ALVES, S.B. Perspectiva para utilização de fungos entomopatogênicos no controle de pragas no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 77-86, jan. 1992.
- ANJOS, N. dos; SANTOS, G.P.; ZANUNCIO, J.C. Pragas do eucalipto e seu controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 141, p. 53, set. 1986.
- ARAUJO, R.L. Termites of the Neotropical Region. In: KRISHNA, K.; WEESNER, F.M. (eds.). **Biology of termites**. New York: Academic Press, 1970. v. 2, p. 527-576.
- BANDEIRA, A.G. Cupinzeiros como fonte de nutrientes em solos pobres da Amazônia. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi**, série Zoologia, Belém, PA, v. 2, n. 1, p. 39-48, 1985.
- BANDEIRA, A.G.; TORRES, M.F.P. Abundância e distribuição de invertebrados do solo em ecossistemas da Amazônia Oriental. O papel ecológico dos cupins. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi**, série Zoologia, Belém, PA, v. 2, n. 1, p. 13-38, 1985.

- BERTI FILHO, E. Cupins e florestas. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L.R. (eds). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 127-140.
- BERTI FILHO, E. (coord.). **Manual de pragas em florestas**. Cupins ou térmitas. [S.l.]: IPEF/SIF, 1993. v. 3, 56 p.
- CANCELLO, E.M.; ZORZENON, F.J.; POTENZA, M.R.; CAMPOS, T.B. de. Bioecologia e sistemática. In: ZORZENON, F.J.; POTENZA, M.R. (coord.). **Cupins: pragas em áreas urbanas**. São Paulo: Instituto Biológico, 1998. p. 8-20. (Boletim Técnico, 10).
- CATELLA, A.C.; FERNANDES, D.A.; MESQUITA, R.C.C. Ocorrência e frequência de ataque de térmitas na vegetação arbóreo-arbustiva de cerrado, Sete Lagoas, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 12., 1985, Campinas, SP. **Resumos ...** Campinas, SP: SBZ, 1985. p. 82.
- CONSTANTINO, R. **Biologia dos cupins e sua importância como pragas** [online]. Disponível: <ftp://ftp.unb.br/pub/download/ib/zoo/docs/cupins.rtf> [capturado em 4 mai. 2000].
- COSTA-LEONARDO, A.M.; THORNE, B.L. Iscas e outras metodologias alternativas para o controle de cupins. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L.R. (eds). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ. 1995, p. 89-94.
- COWIE, R.H.; LOGAN, J.W.M.; WOOD, T.G. Termite (Isoptera) damage and control in tropical forestry with special reference to Africa and Indo-Malasya: a review. **Bulletin of Entomological Research**, Wallingford, v. 79, n. 2, p. 173-184, June 1989.
- DIETRICH, C.R.R. de C. **Ocorrência de cupins (Insecta: Isoptera) em reflorestamento de *Eucalyptus* spp.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1989. p. 68. (Dissertação – Mestrado em Energia Nuclear na Agricultura).
- ELLIOTT, H.J.; BASHFORD, R. Incidence and effects of the dampwood termite *Porotermes adamsoni*, in two Tasmanian east coast eucalypt forest. **Australian Forestry**, Victoria, v. 47, n. 1, p.11-15, 1984.
- FERNANDES, P.M.; ALVES, S.B. Seleção de isolados de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. para o controle de

Cornitermes cumulans (Kollar, 1832) (Isoptera – Termitidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 319-328, 1992.

FERNANDES, P.M.; CZEPAK, C.; VELOSO, V.R.S. Cupins de montículo em pastagens: prejuízo real ou praga estética? In: FONTES, L.R.; BERTI FILHO, E. (eds). **Cupins: o desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 187-210.

FONSECA, J.P. Emprego de inseticidas orgânicos no combate a cupins subterrâneos nocivos a mudas de eucalipto. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 13-19, 1952.

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

FONTES, L.R. Sistemática geral de cupins. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L.R. (eds). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 11-17.

FORTI, L.C.; ANDRADE, M.L. de. Populações de cupins. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, R.L. (eds). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 29-51.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D. **Manual de entomologia agrícola**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 649 p.

HARRIS, W.V. **Termites: their recognition and control**. 2. ed. England: Longman Group, 1971. 186 p.

HAVERTY, M.I.; NUTTING, W.L.; LAFAGE, J.P. Density of colonies and spacial distribution of foraging territories of the desert subterranean termite, *Heterotermes aureus* (Snyder). **Environmental Entomology**, Maryland, v. 4, n. 1, p. 105-109, Feb. 1975.

JONES, S.C. Field evaluation of fenoxycarb as a bait toxicant for subterranean termite control. **Sociobiology**, New York, v. 15, n. 1, p. 33-41, 1989.

- KEMP, P.B. The termites of North-Eastern Tanganyika: their distribution and biology. **Bulletin of Entomological Research**, Wallingford, v. 46, n. 2, p. 113-135, June 1955.
- LEE, K.E.; WOOD, T.G. **Termites and soils**. New York: Academic Press, 1971. 251 p.
- LOGAN, J.W.M.; COWIE, R.H.; WOOD, T.G. Termite (Isoptera) control in agriculture and forestry by non-chemical methods: a review. **Bulletin of Entomological Research**, Wallingford, v. 80, n. 3, p. 309-313, Sept. 1990.
- MARICONI, F.A.M. **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1981. v. 2, 466 p.
- MARICONI, F.A.M.; PASSOS, H.R.; GALAN, V.B.; ROCHA, M.T.; SILVA, R.A.A. Novidades no controle do cupim-de-monte *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832). In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L.R. (eds). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 85-87.
- NAIR, K.S.S.; VARMA, R.V. Some ecological aspects of the termite problem in young eucalypt plantations in Kerala, India. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 12, p. 287-303, 1985.
- NKUNIKA, P.O.Y. Termite species in native eucalypt forests and exotic pine plantations in South Australia. **Australian Forestry**, Victoria, v. 51, n. 2, p. 124-127, 1988.
- NOGUEIRA, S.B. **Os cupins**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1995. 27 p.
- NOGUEIRA, S.B.; SOUZA, A.J. de. "Cupim do cerne", *Coptotermes testaceus* (Isoptera: Rhinotermitidae), uma praga séria para eucaliptos nos cerrados. **Brasil Florestal**, Brasília, v. 14, n. 61, p. 27-29, jul./set. 1987.
- NOIROT, C. Formation of castes in the higher termites. In: KRISHNA, K.; WEESNER, F.M. (eds). **Biology of termites**. New York: Academic Press, 1969. v. 1, p. 311-350.
- NOIROT, C. The nests of termites. In: KRISHNA, K.; WEESNER, F.M. (eds). **Biology of termites**. New York: Academic Press, 1970. v. 2, p. 73-125.

- NUTTING, W.L. Flight and colony foundation. In: KRISHNA, K.; WEESNER, F.M. (eds). **Biology of termites**. New York: Academic Press, 1969. v. 1, p. 233-282.
- PERRY, D.H.; LENZ, M.; WATSON, J.A.L. Relationships between fire, fungal rots and termite damage in Australian forest trees. **Australian Forestry**, Victoria, v. 48, n. 1, p. 46-53, 1985.
- RAETANO, C.G.; WILCKEN, C.F. Controle preventivo de cupins subterrâneos (Isoptera) em plantios de eucalipto com o inseticida fipronil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., 1995, Caxambu, MG. **Resumos ...** Lavras, MG: UFLA, 1995. p. 546.
- RESENDE, V.F.; ZANUNCIO, J.C.; GUEDES, R.N.C.; NOGUEIRA, P.B. Efeitos comparativos do carbosulfan e do aldrin na proteção de mudas de eucaliptos contra cupins subterrâneos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v. 24, n. 3, p. 645-648, 1995.
- SALES JR., L.G. Relação entre a ocorrência de cupinzeiros e as plantas cultivadas no sítio Betânia, Caucaia, CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 12., 1985, Campinas, SP. **Resumos ...** Campinas, SP: SBZ, 1985. p. 82-83.
- SANDS, W.A. Termite distribution in man-modified habitats in West Africa, with special reference to species segregation in the genus *Trinervitermes* (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae). **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 34, p. 557-571, 1965.
- SANTOS, G.P.; ZANUNCIO, J.C.; ANJOS, N. dos; ZANUNCIO, T.V. Danos em povoamentos de *Eucalyptus grandis* pelo cupim de cerne *Coptotermes testaceus* Linneé, 1785 (Isoptera: Rhinotermitidae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 14, n. 2, p. 155-163, jul./dez. 1990.
- SIQUEIRA, M.G.; KITAYAMA, K. Nota sobre a densidade de *Cornitermes cumulans* (Kollar) – Termitidae, Isoptera, em áreas natural e alterada, no Distrito Federal, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 8., 1983, Brasília, DF. **Resumos ...** Brasília, DF: SEB, 1983. p. 41.
- TORRES, G. Plantar para não devastar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 185, p. 3, 1996.

WARDELL, D.A. Control of termites in nurseries and young plantations in Africa: established practices and alternative courses of action. *Commonwealth Forest Review*, Oxford, v. 66, n. 1, p. 77-89, 1987.

WEIDNER, H. Recent literature of some of the problems in applied termitology. *Plant Research and Development*, Tubingen, v. 26, p. 87-113, 1987.

WILCKEN, C.F. Danos de cupins subterrâneos *Cornitermes* sp. (Isoptera: Termitidae) em plantas de *Eucalyptus grandis* e controle com inseticidas no solo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Vigosa, v. 21, n. 3, p. 329-338, 1992.

WILCKEN, C.F. Strategies to manage termites in eucalyptus plantations in Brazil. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21., 2000, Foz do Iguaçu, Brasil. *Abstracts ... Londrina, PR: Embrapa Soja*, 2000. p. 463. (Embrapa Soja. Documentos, 143).

WILCKEN, C.F.; RAETANO, C.G. Atualidades no controle de cupins em florestas de eucalipto. In: FONTES, L.R.; BERTI FILHO, E. (eds). *Cupins: o desafio do conhecimento*. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 173-185.

WILCKEN, C.F.; RAETANO, C.G. Controle de cupins em florestas. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L.R. (eds). *Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins*. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 141-154.

WOOD, T.G.; SANDS, W.A. The role of termites in ecosystems. In: BRIAN, M.V. (ed). *Production ecology of ants and termites*. Cambridge: Cambridge University Press, 1978. p. 245-292.

ZANUNCIO, J.C. *Manual de pragas em florestas*. Lepidoptera desfolhadoras de eucalipto: biologia, ecologia e controle. [S.l.]: IPEF/SIF, 1993, v. 1, 140 p.

CAPÍTULO 2

Ocorrência de cupins (Insecta: Isoptera) e determinação do tamanho amostral e da distribuição espacial do ataque de cupins de cerne em plantios de *Eucalyptus* spp.*

1 RESUMO

Este trabalho teve como objetivos realizar o levantamento das espécies de cupim que ocorrem em florestas de eucalipto e determinar o número de parcelas necessárias para a amostragem de cupins de cerne, assim como a distribuição espacial do seu ataque em povoamentos de eucalipto. Foi utilizada a coleta manual para a captura dos insetos em montículos, ninhos arbóreos, no solo, debaixo de madeira abandonada sobre o solo, no cerne de cepas e em tocos secos de eucalipto, em talhões de diferentes espécies de eucalipto, em fazendas da V & M Florestal Ltda., nos municípios de João Pinheiro, Bocaiúva, Curvelo e Paraopeba, Minas Gerais. O tamanho amostral e a distribuição espacial do ataque de cupins de cerne foram definidos através do censo do ataque em talhões de três espécies de eucalipto, nos municípios de João Pinheiro e Bocaiúva. Foram encontradas 32 espécies de cupim, sendo duas consideradas novas, agrupadas em 25 gêneros e pertencentes às famílias Termitidae e Rhinotermitidae, com maior ocorrência das espécies (75%) no município de João Pinheiro, cujo solo é arenoso. A distribuição espacial do ataque dos cupins de cerne na cultura do eucalipto foi melhor representada pelo modelo da distribuição β -binomial, indicando que o ataque segue o padrão agregado. O tamanho das parcelas foi estabelecido em uma linha de 40 plantas e o número mínimo de parcelas para a amostragem dos cupins de cerne foi definido, para João Pinheiro, em 29, 22 e duas parcelas, respectivamente para *E. camaldulensis*, *E. urophylla* e *E. citriodora*, e em quatro, sete e seis parcelas em Bocaiúva, respectivamente para *E. camaldulensis*, *E. urophylla* e *E. cloeziana*.

* Orientador: Jair Campos Moraes - UFLA.

Co-orientador: Ronald Zanetti Bonetti Filho - UFLA.

CHAPTER 2

Occurrence of termites (Insecta: Isoptera) and determination of the sample size and spatial distribution of the attack by heartwood termites in *Eucalyptus* spp. plantations.*

2 ABSTRACT

This work was designed to accomplish the survey of termite species which occur in eucalyptus forests and to determine the number of plots needed to sample heartwood termites as well as the spatial distribution of its attack in eucalyptus stands. Insects were hand collected in nests, tree nests, on the soil, under abandoned wood on the soil, in the heartwood of logs and in dry stumps of eucalyptus, in blocks of different species of eucalyptus, on farms of the V & M Florestal Ltda., in the towns of João Pinheiro, Bocaiúva, Curvelo and Paraopeba, Minas Gerais state, Brazil. The sample size and the spatial distribution of the attack by heartwood termites were defined through the attack sense in blocks of three eucalyptus species, in the towns of João Pinheiro and Bocaiúva. 32 termite species were found, two being regarded as new species, grouped in 25 genera and belonging to the families Termitidae and Rhinotermitidae, with greater occurrence of the species (75%) in the town of João Pinheiro, whose soil is sandy. The spatial distribution of the attack by heartwood termites in eucalyptus crop was better represented by the β -binomial distribution model, pointing out that the attack follows an aggregated pattern. The size of the plots was established in one line of 40 plants and the minimal number of plots for sampling of heartwood termites was defined for João Pinheiro in 29, 22 and two plots, respectively for *E. camaldulensis*, *E. urophylla* and *E. citriodora*, and in four, seven and six plots in Bocaiúva, respectively for *E. camaldulensis*, *E. urophylla* and *E. cloeziana*.

* Adviser: Jair Campos Moraes - UFLA

Co-adviser: Ronald Zanetti Bonetti Filho - UFLA

3 INTRODUÇÃO

A importância do levantamento de espécies de cupins em plantios de eucalipto foi ressaltada por Junqueira (1999), que defendeu a identificação das espécies presentes em cultivos específicos de cada região, já que esta informação é a base para estudos de bioecologia, comportamento e controle que, por sua vez, fornecem subsídios para o manejo adequado destes insetos.

A avaliação da composição da fauna de térmitas em florestas exige uma amostragem bastante exaustiva, principalmente para os cupins de solo, que são difíceis de capturar devido a seus hábitos crípticos. Basicamente, distinguem-se dois métodos para coleta de cupins subterrâneos: amostragem direta do solo, pela coleta manual ou uso de aparelhos diversos, e o uso de iscas. Também é recomendado realizar coletas dentro de transectos, para evitar influências do coletor na distribuição das amostras (Lee e Wood, 1971).

De acordo com Fadini e DeSouza (1995), a amostragem de cupins para estudos ecológicos é normalmente feita com coleta manual. Entretanto, a coleta com iscas atrativas apresenta vantagens por facilitar a amostragem de grandes áreas, minimizar erros de coletores e permitir maior comparabilidade dos dados.

Segundo Costa-Leonardo (1997), existem dúvidas quanto à melhor metodologia para amostragem e coleta de cupins subterrâneos e vários fatores devem ser considerados para a escolha da técnica mais adequada, como o perfil da área amostrada (dimensão, vegetação, tipo de solo, clima, etc.) e espécies de cupins presentes no local, pois iscas utilizadas em certos ambientes podem não ser funcionais em outros.

Sands (1965) apontou locais como troncos mortos e em decomposição, ao redor de raízes de árvores, sob grandes pedras e cupinzeiros epígeos propriamente ditos como lugares mais prováveis para coletar cupins. Lavelle e

Kohlmann (1984), citados por DeSouza (1989), trabalhando numa floresta tropical úmida mexicana, encontraram Isoptera como o táxon mais abundante na região do coleto de árvores, com 32,3% dos indivíduos coletados pertencentes a essa ordem.

Além da metodologia de coleta, a diversidade de espécies é outro fator que influi no levantamento de cupins. A composição da comunidade de cupins pode afetar a dinâmica biológica de um ambiente. Wood e Sands (1978) afirmaram que quando se investiga o papel ecológico de organismos como térmitas, deve-se considerar a diversidade de espécies. Isto é necessário porque os efeitos causados por determinada comunidade de cupins em um ambiente dependem de quais espécies estão presentes na área e em que proporção elas participam dessa comunidade.

Para se entender como é regulada a diversidade de espécies em uma comunidade, é necessário avaliar tanto os processos que atuam em pequena escala (locais) quanto aqueles que atuam em média e grande escalas (regionais, históricos e globais). Em uma escala local, predominam os processos ecológicos, como a competição, a predação, o mutualismo e os distúrbios de pequena escala. Numa escala regional, processos biogeográficos, como a especiação, a migração e a extinção, são preponderantes. Os fatores históricos e globais envolvem processos que agem em escalas espaciais e temporais mais extensas, tais como a evolução (Ricklefs, 1987).

A quantidade do recurso alimentar pode ser considerada um fator determinante na composição e estrutura de comunidades biológicas (Whitford, 1996). Contudo, Fadini (1998) afirmou que no caso das comunidades de cupins, por se tratarem, em sua grande maioria, de espécies detritívoras e generalistas, a quantidade de recursos alimentares provavelmente tem pouca influência na determinação da diversidade de espécies. Isso porque, mesmo em períodos de escassez, a taxa de produção de detritos vegetais (i.e. celulose) aparentemente

não é reduzida, não alterando a dinâmica das populações e não colocando estas espécies em risco de extinção local por falta de alimento.

Dentro dessa linha, alguns trabalhos fornecem evidências de que os cupins comporiam comunidades insaturadas (DeSouza e Brown, 1994; Schuurman e Dangerfield, 1997), ou seja, não haveria um limite superior para o número de espécies dentro da comunidade, e que as limitações locais, principalmente a competição, não desempenhariam um papel importante para o aumento da riqueza de espécies. Essa hipótese é corroborada pelo fato de que, por serem detritívoros, a utilização do recurso pelos cupins não implica a alteração de sua produção (DeSouza e Brown, 1994).

Dessa forma, os fatores que determinariam a riqueza de espécies dentro de comunidades de cupins seriam os processos regionais e históricos, sendo os regionais, de acordo com Fadini (1998), representados, provavelmente, pela dispersão, e os históricos pela especiação e extinção. Assim, é possível sugerir que quanto mais velhas as comunidades de cupins, maior a diversidade biológica encontrada, porque a chegada de novas espécies por dispersão ou a especiação são processos que ocorrem dentro de uma escala temporal maior.

Alguns desses processos também influenciam o padrão de distribuição espacial de uma espécie, o qual é resultante de um componente ambiental, representado pela interação entre o meio ambiente e os organismos (Taylor, 1984); um componente comportamental, representado pela interação intra e interespecífica (Jander, 1975); e um componente histórico (Schuurman e Dangerfield, 1997).

Esse padrão de distribuição espacial em insetos pode ser uniforme, agregado e aleatório. Conforme Soares (1999), o padrão uniforme é caracterizado por um espaçamento entre ninhos maior do que o esperado se estes fossem distribuídos aleatoriamente, e é frequentemente interpretado como resultado de competição intra e/ou interespecífica. Entretanto, outros processos,

como a preferência por microhabitats uniformemente espaçados, também podem gerar este padrão.

Distribuições agregadas de ninhos também podem resultar de interações mutualísticas, da especialização de várias espécies em um mesmo tipo de microhabitat distribuído de maneira agregada, e do fracionamento de colônias, através do qual são formados vários ninhos próximos entre si (Herbers, 1994).

A distribuição aleatória de ninhos, de acordo com Begon, Harper e Townsend (1996), citados por Soares (1999), ocorre quando as condições ambientais são homogêneas em qualquer ponto do espaço e a presença de um organismo não interfere na de outro. Então, a detecção da distribuição aleatória de ninhos indica uma inexistência ou reduzida interação dos organismos entre si e destes com o ambiente.

Segundo Forti e Andrade (1995), os principais fatores que levam os cupins a ocuparem determinados tipos de distribuição espacial são o alimento, espaço e lugar apropriado para nidificação.

Em programas de manejo integrado de pragas, a amostragem constitui ferramenta fundamental para estudos populacionais e o conhecimento da distribuição espacial do inseto é o primeiro passo para determinar o sistema de amostragem a ser empregado. Para a realização desse monitoramento, é preciso definir um tamanho amostral que seja representativo e exija um mínimo de esforço (Zucchi, Vendramim e Berti Filho, 1992).

De acordo com o que foi exposto, este trabalho tem por objetivos:

- 1) realizar o levantamento das espécies de cupim que ocorrem nos plantios de eucalipto em regiões de cerrado de Minas Gerais;
- 2) identificar o padrão da distribuição espacial do ataque de cupins de cerne em povoamentos de eucalipto; e
- 3) determinar o tamanho amostral para o monitoramento desses insetos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Ocorrência de cupins em plantações de eucalipto

O levantamento das principais espécies de cupim em florestas de eucalipto foi realizado em fazendas da empresa de reflorestamento V & M Florestal Ltda., em quatro municípios localizados em áreas de cerrado do estado de Minas Gerais: João Pinheiro, fazendas Campo Alegre, Patagônia e Chapadinha; Bocaiúva, fazendas Extrema e Corredor; Curvelo, fazenda Pindaibas e Paraopeba, fazenda Itapoã.

Os insetos foram coletados em talhões de diversas idades de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. urophylla*, *E. citriodora*, *E. pellita* e *E. cloeziana*, em cada município, e esse procedimento foi conduzido nos meses de julho, novembro e dezembro de 1998, e em junho e julho de 1999.

Este levantamento foi efetuado em diversos pontos ao acaso, em cada talhão, nos quais foram observados os ninhos e trilhas de forrageamento de cupins, coletando espécies de montículos, ninhos arbóreos, do cerne de cepas remanescentes de plantas recém-cortadas, do solo sob a serrapilheira, debaixo de madeira e de material celulósico sobre o solo. Portanto, a coleta dos insetos foi qualitativa e aleatória, sendo realizada com o auxílio de canivete e pinça entomológica.

Foram recolhidos aproximadamente 20 soldados de cada espécie, que foram acondicionados em pequenos recipientes de vidro com tampa de borracha, contendo álcool 70%. Os vidros foram numerados e apenas as espécies ainda não capturadas eram recolhidas; assim sendo, aquelas reconhecidas como de ocorrência repetida eram apenas registradas. Essa tarefa foi conduzida até atingir o estágio em que todas as espécies encontradas já haviam sido registradas para cada talhão.

Após a coleta, um pequeno lote dos insetos capturados foi enviado, para identificação, ao Dr. José Eduardo Marcondes de Almeida², do Instituto Biológico, e parte dos exemplares de cada espécie foi enviada à Universidade de Brasília, onde foi realizada a identificação taxonômica pelo Dr. Reginaldo Constantino³. Após a identificação, a outra parte foi dividida em duas coleções idênticas, sendo uma destinada ao Museu de Entomologia do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras e a outra ao Museu Entomológico do Centro de Apoio a Pesquisas Florestais (CAPEF) da V & M Florestal Ltda., em Paraopeba, Minas Gerais.

4.2 Distribuição espacial e tamanho amostral para monitoramento de cupins de cerne em eucaliptais

Os dados coletados para determinar o tamanho e o número de parcelas para a realização da amostragem de cupins de cerne em eucaliptais foram os mesmos utilizados para determinar o padrão da distribuição espacial de seu ataque.

O levantamento do ataque de cupins de cerne foi realizado em seis talhões, com três espécies de eucalipto em João Pinheiro e três em Bocaiúva (Tabela 1). Cada fazenda era dividida em projetos que, por sua vez, dividiam-se em talhões. Essa etapa do experimento foi realizada nos meses de julho, novembro e dezembro de 1998.

O levantamento do ataque de cupins de cerne foi realizado em todas as cepas de eucalipto, em uma área de cerca de 10 ha, em cada talhão avaliado.

² Dr. José Eduardo Marcondes de Almeida. Laboratório de Controle Biológico, Centro Experimental do Instituto Biológico, Campinas - SP, Cx. postal 70, CEP 13001-970, E-mail: ceib@dglnet.com.br

³ Professor Reginaldo Constantino. Departamento de Zoologia, UnB, Brasília - DF, CEP 70910-900, E-mail: constant@guarany.unb.br

TABELA 1. Características dos talhões utilizados para a determinação do tamanho e do número de parcelas para amostragem de cupins de cerne em eucaliptais. Minas Gerais, 1998.

Município	Fazenda	Projeto	Talhão	Área (ha)	Espécie
João Pinheiro	Patagônia	II A-86	14	37,21	<i>E. camaldulensis</i>
João Pinheiro	Chapadinha	XIV-93	5	15,60	<i>E. urophylla</i>
João Pinheiro	Patagônia	VII A-90	31	40,71	<i>E. citriodora</i>
Bocaiúva	Corredor	III-88	79	32,46	<i>E. camaldulensis</i>
Bocaiúva	Extrema	VII-90	34	39,20	<i>E. urophylla</i>
Bocaiúva	Extrema	VII-90	8	38,71	<i>E. cloeziana</i>

Portanto, foi feita a contagem de todas as cepas (uma a uma, linha por linha) e em cada linha foi anotado o número das cepas cujos cernes se encontravam danificados devido ao ataque da referida praga. Dessa maneira, foi construída uma planilha que permitiu identificar a posição exata de cada planta atacada, obtendo-se, assim, o mapeamento do ataque desses insetos nas áreas verificadas.

Para a execução desse levantamento, estabeleceu-se que os talhões deveriam atender às seguintes condições:

a) o talhão deveria ter sido colhido nos últimos três meses, pois o ataque desse cupim somente é notado na cepa após o corte; assim, evitar-se-ia que a brotação encobrisse a cepa, o que prejudicaria o rendimento do trabalho;

b) deveria ser utilizado o primeiro corte do talhão, condição exigida apenas para fins de padronização, já que povoamentos originários de regeneração apresentam-se em condições diferentes;

c) as ruas dos talhões deveriam ser relativamente retas, pois aqueles plantados em curvas de nível dificultam a elaboração do mapa da distribuição espacial, devido às linhas excessivamente curvas; e

d) os talhões deveriam apresentar um tamanho mínimo de 10 ha, que foi a área estabelecida para a coleta dos dados.

De posse dos dados, foi calculada a média e a variância para as distribuições binomial e β -binomial, para diferentes tamanhos de parcelas (10, 20, 30, 40 e 50 plantas), de acordo com Skellam (1948), citado por Negrão (2000):

$$\text{Distribuição binomial: } \text{var}(x) = n \cdot p \cdot q$$

$$\text{Distribuição } \beta\text{-binomial: } \text{var}(x) = n \cdot \pi \cdot (1 - \pi) \cdot \frac{(1 + (n \cdot \theta))}{(1 + \theta)}$$

em que:

$\text{var}(x)$ = variância das distribuições

n = tamanho da amostra

$p = \pi$ = proporção de infestação

$q = 1 - p$

θ = índice de agregação

Para a realização desse cálculo, foi necessário, primeiramente, estimar os parâmetros π e θ através do Método dos Momentos, que gera uma estimativa melhor para pequenos números de amostras, utilizando as fórmulas de acordo com Griffiths (1973), segundo o qual:

$$\pi_m = m / n$$

em que:

π_m = proporção de infestação

m = média observada

n = tamanho da amostra

$$\theta_m = \frac{S^2 - (n \cdot \pi_m \cdot x_m)}{(n^2 \cdot \pi_m \cdot x_m) - S^2}$$

em que:

θ_m = índice de agregação

$S^2 = \text{variância}$

$n = \text{tamanho da amostra}$

$\pi_m = \text{proporção de infestação}$

$x_m = 1 - \pi_m$

As variâncias das duas distribuições foram comparadas com a variância real (obtida com os dados coletados), para verificar que tipo de distribuição representaria melhor a distribuição dos cupins de cerne.

O cálculo do tamanho amostral foi realizado nos municípios de João Pinheiro e Bocaiúva, independentemente um do outro, devido à diferença na textura do solo entre eles, pois o primeiro tem solo arenoso e o segundo, argiloso. Por conseguinte, foi estabelecido um número de parcelas diferente para cada localidade. Além disso, foi calculado um número de parcelas para cada espécie de eucalipto, devido à diferença intrínseca existente em cada uma delas, como densidade e teor de compostos secundários, evitando a determinação de um número médio de parcelas, o que resultaria em uma menor precisão. A fórmula utilizada foi:

$$n = \frac{\left(Z_{\alpha/2} \sqrt{\text{var } \pi} \right)}{E}$$

em que:

$n = \text{tamanho da amostra (número de parcelas)}$

$Z = \text{quantil da distribuição normal}$

$\alpha = \text{nível de significância}$

$\pi = \text{proporção da infestação}$

$E = \text{erro esperado (10\%)}$

Este cálculo foi realizado para 95 e 99% de confiabilidade e com 1 e 5% de erro de estimativa, com linhas de 10, 20, 30, 40 e 50 árvores, para todas as espécies de eucalipto em cada município. Com isso, pode-se calcular também a taxa de infestação desses cupins nos talhões avaliados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Ocorrência de cupins em plantações de eucalipto

Nas quatro localidades em que o trabalho foi conduzido, foi coletado um total de 32 espécies de cupim, pertencentes a 25 gêneros e abrangendo quatro subfamílias, dentro de duas famílias da ordem Isoptera (Tabela 2). A maioria das espécies (30) pertenceu à família Termitidae, ou seja, 93,75% das espécies identificadas. O restante (6,25%) foi da família Rhinotermitidae, com apenas duas espécies.

Dentre os Termitidae, a maioria foi representante da subfamília Nasutitermitinae, com 24 espécies, ou seja, 75% do total coletado. A subfamília Termitinae contribuiu com apenas seis espécies, sendo *Spinitermes nigrostomus*, *Cylindrotermes parvignathus*, *Cylindrotermes* sp. n., *Microcerotermes* sp. n., *Neocapritermes opacus* e *Termes bolivianus*, correspondendo a 18,75% do total de espécies. A captura de Rhinotermitidae foi bastante modesta em termos de quantidade de espécies, com apenas *Coptotermes testaceus* da subfamília Coptotermitinae e *Heterotermes tenuis* da subfamília Heterotermitinae, com participação de apenas 3,12% de cada subfamília.

Das 32 espécies de cupim identificadas, 24 foram coletadas em João Pinheiro (correspondendo a 75% das espécies identificadas), 20 ocorreram em Bocaiúva (62,5% do total), 18 em Curvelo e 18 em Paraopeba (56,25% do total de espécies ocorrendo em cada município).

TABELA 2. Espécies de cupim coletadas em plantios de *Eucalyptus* spp. de diversas idades, nos municípios de João Pinheiro (JP), Bocaiúva (Bo), Curvelo (Cu) e Paraopeba (Pa), em Minas Gerais, 1998.

Família / Subfamília	Espécie	JP	Bo	Cu	Pa
Rhinotermitidae					
Coptotermitinae	<i>Coptotermes testaceus</i>	x	x	x	x
Heterotermitinae	<i>Heterotermes tenuis</i>	x	x		x
Termitidae					
Nasutitermitinae					
	<i>Agnathotermes</i> sp.	x			
	<i>Armitermes euamignathus</i>	x	x	x	
	<i>Constrictotermes cyphergaster</i>	x	x		x
	<i>Convexitermes convexifrons</i>	x			x
	<i>Cornitermes cumulans</i>	x	x	x	x
	<i>Cornitermes snuderi</i>	x	x	x	
	<i>Cornitermes villosus</i>	x		x	
	<i>Curvitermes</i> sp.	x			
	<i>Cyranotermes timuassu</i>		x		
	<i>Diversitermes diversimiles</i>	x	x	x	x
	<i>Embiratermes festivellus</i>	x		x	x
	<i>Labiotermes brevilabius</i>		x	x	x
	<i>Nasutitermes kemneri</i>	x	x	x	x
	<i>Nasutitermes</i> sp. A	x			
	<i>Nasutitermes</i> sp. B	x	x	x	x
	<i>Nasutitermes</i> sp. C		x		
	<i>Paracornitermes hirsutus</i>		x		
	<i>Parvitermes bacchanalis</i>	x	x	x	x
	<i>Procornitermes araujo</i>	x	x	x	x
	<i>Rhyncotermes nasutissimus</i>	x			
	<i>Subulitermes microsoma</i>		x		
	<i>Syntermes molestus</i>	x			x
	<i>Syntermes nanus</i>	x			x
	<i>Velocitermes velox</i>	x	x	x	x
Termitinae					
	<i>Cylindrotermes parvignathus</i>	x	x	x	x
	<i>Cylindrotermes</i> sp. N.			x	
	<i>Microcerotermes</i> sp. n.		x	x	
	<i>Neocapritermes opacus</i>			x	x
	<i>Spinitermes nigrostomus</i>	x			
	<i>Termes bolivianus</i>	x	x	x	x
Total	32	24	20	18	18

Coptotermes testaceus, *Cornitermes cumulans*, *Diversitermes diversimiles*, *Nasutitermes kemneri*, *Nasutitermes* sp. B, *Parvitermes bacchanalis*, *Procornitermes araujoi*, *Velocitermes velox*, *Cylindrotermes parvignathus* e *Termes bolivianus* foram coletadas nos quatro municípios estudados. Dez espécies foram encontradas em somente uma localidade, sendo cinco apenas em João Pinheiro (*Agnathotermes* spp., *Curvitermes* spp., *Nasutitermes* sp. A, *Rhynchotermes nasutissimus* e *Spinitermes nigrostomus*), quatro exclusivamente em Bocaiúva (*Cyranotermes timuasso*, *Nasutitermes* sp. C, *Paracornitermes hirsutus* e *Subulitermes microsoma*) e uma em Curvelo (*Cylindrotermes* sp. n.).

Três espécies de *Nasutitermes* foram identificadas somente em relação ao gênero, devido à magnitude do táxon e à inexistência de revisão sobre o referido gênero, podendo, inclusive, tratar-se de espécies novas. *Agnathotermes* spp. e *Curvitermes* spp. também não foram identificadas em relação à espécie, enquanto uma espécie do gênero *Cylindrotermes* e outra de *Microcerotermes* não foram descritas, tratando-se, portanto, de espécies novas.

No Brasil, diversos autores relataram algumas das espécies de cupim relacionadas nesse estudo com danos em plantas de eucalipto. *H. tenuis* e *Heterotermes* spp. danificam troncos de *Eucalyptus* na fase adulta, enquanto as raízes são atacadas por *Anoplotermes pacificus*, *Anoplotermes* sp., *Armitermes euamignatus*, *Armitermes* sp., *C. cumulans*, *Cornitermes* sp., *Neocapritermes opacus*, *P. araujoi*, *P. striatus*, *P. triacifer*, *Syntermes insidians* e *S. molestus* (Fonseca, 1949; Harris, 1971; Mariconi, 1981).

Dietrich (1989) encontrou representantes dos gêneros *Heterotermes*, *Anoplotermes*, *Cylindrotermes*, *Cornitermes* e *Nasutitermes* como os de maior incidência em povoamentos de eucalipto em Aracruz e São Mateus-ES, e em São Simão-SP. Dos 27 gêneros encontrados, apenas *Heterotermes* apresentava espécies causando danos ao plantio adulto e nove deles às mudas, sendo

Rhynchotermes, *Obtusitermes*, *Subulitermes*, *Aparatermes*, *Cylindrotermes* e *Embiratermes* relatados pela primeira vez danificando mudas de eucalipto, além de *Cornitermes*, *Armitermes* e *Anoplotermes*.

Estes resultados discordam dos trabalhos de Mathews (1977), que descreveu os gêneros *Rhynchotermes* e *Subulitermes* com hábitos alimentares humívoros; de Bandeira (1983), que relatou *C. parvignathus* e *Cylindrotermes* sp. como de hábitos xilófagos; e de Fontes (1987), que afirmou que *Embiratermes* ingere matéria vegetal bem decomposta.

De acordo com Dietrich (1989), o ataque de *Heterotermes* nos plantios de eucalipto em idade de corte influencia o desenvolvimento da condução da rebrota pela morte das árvores, causando falhas nos plantios, enquanto os representantes do gênero *Nasutitermes* não danificam os plantios de eucalipto, apesar da elevada incidência de ninhos arbóreos, corroborando os resultados apresentados por Bandeira (1983) que, estudando 26 espécies deste gênero, classificou-as como de hábitos xilófagos, e que normalmente não atacam plantas vivas.

A ocorrência de *C. testaceus* foi relatada em áreas de cerrado de Minas Gerais, atacando o cerne de plantas vivas de *Eucalyptus* spp. (Anjos, Santos e Zanuncio, 1986). Esse tipo de ataque, segundo Nogueira e Souza (1987), parece ser uma adaptação dessa espécie ao eucalipto, pois verificou-se que este inseto ataca plantas autóctones do cerrado e nativas da Amazônia. Conforme relataram Santos et al. (1990), os indivíduos dessa espécie apresentam hábitos subterrâneos e são de difícil detecção no campo, pois não deixam sintoma externo de seu ataque. Entretanto, no Brasil, além de *C. testaceus*, existem outras espécies de cupim que danificam o cerne de eucalipto, como as

pertencentes aos gêneros *Heterotermes*, *Nasutitermes* e *Armitermes* (Wilcken³, informação pessoal).

Não foi coletada nenhuma espécie de cupim da família Kalotermitidae, conhecidos com cupins de madeira seca. A falta de cupins da subfamília Apicotermitinae, comuns na fauna de solo e pertencentes à família Termitidae, foi, provavelmente, devido à coleta de apenas soldados nesse estudo, já que os representantes dessa subfamília não apresentam esta casta.

A inexistência de determinada espécie de cupim num certo município não indica que esta não ocorra naquele local, apenas que não foi coletada devido ao acaso ou à metodologia de coleta utilizada, podendo ocorrer em outros levantamentos, assim como a coleta de representantes da subfamília Apicotermitinae. A intenção desta pesquisa não foi de realizar o levantamento das espécies de cupim para cada município, e sim de registrar as espécies que ocorrem em florestas de eucalipto na região de cerrado de Minas Gerais, separando os locais apenas para simples observação.

Todavia, Dietrich (1989) concluiu que a diversidade de gêneros de cupins está relacionada com a idade do eucalipto e com o tipo de solo da área de plantio, concordando com Lee e Wood (1971), que afirmaram que as condições físicas do solo constituem um fator ecológico importante na distribuição desses insetos.

Quanto à metodologia utilizada para o levantamento da fauna de cupins, a coleta manual foi o método escolhido por ser de rápida execução e capturar um maior número de soldados em comparação à utilização de iscas atrativas, o que foi essencial para a identificação das espécies. Segundo Fadini (1998), esse método é indicado para casos em que o levantamento completo da área deve ser

³ Professor Carlos Frederico Wilcken. Departamento de Defesa Fitossanitária, Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP-Campus de Botucatu-SP, Cx. postal 237, CEP 18603-970, E-mail: cwilcken@fca.unesp.br

feito rapidamente, contudo, é fortemente influenciada pelo coletor, devendo-se padronizar a coleta, ou seja, criar regras como tempo de coleta e locais onde será coletado, exatamente o que foi feito neste estudo.

A eficiência dos métodos de coleta de cupins pode ser avaliada através da comparação do número de espécies capturadas nos trabalhos citados a seguir, em que os autores utilizaram a coleta manual e/ou iscas atrativas.

Mill (1982a), investigando a fauna de cupins na Bacia Amazônica, descreveu 45 espécies para uma região em Mato Grosso, 43 outras para uma região no Amazonas e 43 espécies para uma região em Roraima. Num outro estudo da fauna de cupins, Mill (1982b), através de coleta manual, encontrou 43 espécies distribuídas em quatro ecossistemas no baixo rio Negro, perto de Manaus-AM. Isto mostra que embora trate-se de um ecossistema com grande diversidade, a coleta manual foi capaz de capturar um número bastante expressivo de espécies.

DeSouza (1989) estabeleceu transectos em que foi feita a coleta manual e colocadas as iscas de madeira (*Virola* sp.) e de papel higiênico para amostragem de térmitas em floresta natural da Amazônia Central. Foram coletados 45 gêneros de cupim, sendo somente dois capturados exclusivamente pelas iscas. Entretanto, as coletas com iscas exigiram menor esforço, necessitando de um número menor de amostras para acrescentar um gênero diferente à lista, em relação à coleta manual. O autor concluiu que as iscas não podem substituir integralmente a coleta manual para o caso de coleta em curto período de tempo (2 meses), sendo bastante exequível como método complementar para aquele ecossistema.

Para o levantamento faunístico de cupins em plantações de eucalipto em São Paulo e Espírito Santo, Dietrich (1989) coletou 27 gêneros manualmente, através da remoção de folhas, tocos e galhos do solo, além do exame de troncos

de eucalipto, semelhante ao que foi feito neste trabalho, aproximando-se, inclusive, do número de gêneros encontrados (25).

No levantamento das espécies de cupim, realizado por Junqueira (1999) em quatro áreas de cultivo de eucalipto, na Estação Experimental de Anhembi-SP, das oito espécies coletadas, sete foram capturadas com iscas do tipo Termitrap[®] nas quatro áreas em que foram colocadas, enquanto, na única área em que foi realizada a coleta manual, foram coletadas cinco espécies de cupim apenas em montículos e sob ou sobre a casca das árvores, não sendo amostrados indivíduos presentes no cerne, raízes ou dossel, mostrando que a utilização de iscas não é muito funcional para um estudo qualitativo de térmitas em eucaliptais.

Para Junqueira (1999), os reflorestamentos, diferentemente das culturas agrícolas, em que os solos são constantemente revolvidos, possuem cultivos com ciclos de sete anos em média, com grande quantidade de raízes, folhas, pedaços e cascas de madeira. Como esse material compete com as iscas, provavelmente o acaso seja o fator atuante na localização destas pelos cupins nesse ecossistema. Fadini e DeSouza (1995) confirmaram esta hipótese e ainda sugeriram que talvez não seja necessário, para estes insetos, um forrageamento direcionado, tal é a abundância de recursos em tais plantios. Isto indica que talvez a utilização de iscas em plantios de eucalipto não seja essencial para o levantamento das espécies de cupim.

Portanto, considerando o método de coleta de cupins utilizado e a quantidade de espécies capturadas por outros autores, foi considerada satisfatória a metodologia utilizada neste experimento para o levantamento da fauna termítica em áreas de reflorestamento com *Eucalyptus* spp..

5.2 Distribuição espacial e tamanho amostral para monitoramento de cupins de cerne em eucaliptais

Pelo levantamento realizado, foi possível quantificar a porcentagem de infestação de cupins de cerne nos talhões avaliados (Tabela 3).

Os maiores ataques por cupins de cerne ocorreram nos talhões com *E. camaldulensis* e *E. urophylla*, em João Pinheiro, e o menor com *E. citriodora*, no mesmo município. Em Bocaiúva, os talhões de *E. urophylla* e *E. cloeziana* apresentaram porcentagem semelhante de infestação, enquanto *E. camaldulensis* foi atacado com menor intensidade. Porém, não é possível afirmar que determinada espécie de eucalipto foi mais atacada do que outra, ou que o tipo de solo influenciou o ataque, pois este levantamento (censo) foi realizado em apenas um talhão de cada caso.

A comparação dos resultados (Tabela 4) mostrou que o tamanho amostral foi de uma linha de 40 plantas, apresentando confiança de 95% e 5% de erro de estimativa, para os diferentes locais e espécies de eucalipto.

TABELA 3. Porcentagem de infestação de cupins de cerne em talhões de diferentes espécies de *Eucalyptus* spp., em João Pinheiro e Bocaiúva, Minas Gerais, 1999.

Município	Espécie	Plantas avaliadas	Plantas atacadas	
			Nº	%
João Pinheiro	<i>E. camaldulensis</i>	23040	3817	16,57
	<i>E. urophylla</i>	15544	2333	15,01
	<i>E. citriodora</i>	22541	467	2,07
Bocaiúva	<i>E. camaldulensis</i>	19251	757	3,93
	<i>E. urophylla</i>	17283	1103	6,38
	<i>E. cloeziana</i>	20072	1380	6,87

TABELA 4. Médias de infestação, variâncias das distribuições binomial (Bin) e β -binomial (βB), variâncias reais (S^2) e tamanhos amostrais (n) para confiabilidades de 95 e 99% e intervalo de 5% de erro de estimativa para média de dano por cupins de cerne em *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus cloeziana* nos tamanhos de parcelas considerados (nº de plantas), em João Pinheiro e Bocaiúva, Minas Gerais, 1999.

nº de plantas	Município	Espécie	Média	Variância		Confiabilidade			
				Bin	βB	99%		95%	
						S^2	n	S^2	n
10	João Pinheiro	<i>E. cam.</i>	0,82	0,75	2,58	68,67	69	39,63	40
		<i>E. uro.</i>	1,13	1,00	2,89	76,95	77	44,41	45
		<i>E. cit.</i>	0,12	0,12	0,19	4,96	5	2,86	3
	Bocaiúva	<i>E. cam.</i>	0,27	0,26	0,48	12,72	13	7,34	8
		<i>E. uro.</i>	0,44	0,42	1,07	28,50	29	16,45	17
		<i>E. clo.</i>	0,64	0,60	0,69	18,41	19	10,62	11
20	João Pinheiro	<i>E. cam.</i>	1,49	1,37	8,16	54,33	55	31,36	32
		<i>E. uro.</i>	2,16	1,92	7,84	52,18	53	30,12	31
		<i>E. cit.</i>	0,24	0,24	0,49	3,28	4	1,89	2
	Bocaiúva	<i>E. cam.</i>	0,56	0,54	1,28	8,51	9	4,91	5
		<i>E. uro.</i>	0,87	0,83	2,52	16,75	17	9,66	10
		<i>E. clo.</i>	0,78	0,75	2,04	13,57	14	7,83	8
30	João Pinheiro	<i>E. cam.</i>	2,01	1,87	14,86	43,96	44	25,37	26
		<i>E. uro.</i>	3,40	3,02	15,71	46,48	47	26,82	27
		<i>E. cit.</i>	0,34	0,33	0,87	2,57	3	1,48	2
	Bocaiúva	<i>E. cam.</i>	0,87	0,84	2,44	7,22	8	4,16	5
		<i>E. uro.</i>	1,27	1,22	4,26	12,61	13	7,28	8
		<i>E. clo.</i>	1,12	1,08	3,83	11,33	12	6,54	7
40	João Pinheiro	<i>E. cam.</i>	3,18	2,93	29,52	49,13	50	28,35	29
		<i>E. uro.</i>	4,31	3,85	22,50	37,43	38	21,60	22
		<i>E. cit.</i>	0,48	0,47	1,48	2,46	3	1,42	2
	Bocaiúva	<i>E. cam.</i>	1,11	1,08	3,68	6,13	7	3,54	4
		<i>E. uro.</i>	1,74	1,67	6,51	10,83	11	6,25	7
		<i>E. clo.</i>	1,56	1,50	5,49	9,14	10	5,28	6
50	João Pinheiro	<i>E. cam.</i>	3,35	3,12	36,44	38,81	39	22,40	24
		<i>E. uro.</i>	5,10	4,58	33,65	35,84	36	20,68	20
		<i>E. cit.</i>	0,56	0,56	1,60	1,71	2	0,99	2
	Bocaiúva	<i>E. cam.</i>	1,45	1,41	5,27	5,61	6	3,24	4
		<i>E. uro.</i>	2,03	1,95	8,86	9,43	10	5,44	6
		<i>E. clo.</i>	1,79	1,72	8,05	8,57	9	4,95	5

A parcela de uma linha foi escolhida para facilitar operacionalmente a amostragem, pois número maior de linhas proporcionaria várias formas possíveis de parcela, além do fato de caminhar somente sobre uma linha tornar a visualização das cepas danificadas imediata, permitindo um caminhar contínuo.

O tamanho de parcela de uma linha de 40 plantas foi escolhido porque suas variâncias teóricas foram as que mais se aproximaram das variâncias reais, obtidas para os dados observados no campo, apesar das variâncias da parcela com 50 plantas também terem ficado próximas destas. Além disso, considerou-se o caráter prático pois, embora o número de parcelas com 40 plantas tenha sido maior do que aquele com 50 plantas, o número total de árvores para a amostragem dos cupins nas parcelas com 40 plantas foi menor do que para as com 50. Apesar das variâncias da distribuição β -binomial das parcelas com 40 plantas terem ficado elevadas, isto não constitui problema, porque o número total de árvores amostradas também foi alto.

Foi escolhida uma confiança de 95% porque esse nível apresenta resultados práticos no campo, enquanto o de 99% iria requerer número de parcelas muito grande. Quanto ao erro de estimativa, os tamanhos amostrais obtidos com 1% foram bastante grandes, tornando-se inviáveis para amostragem dos cupins, pois aproximar-se-iam de um censo. Por isso, optou-se por um erro de 5%.

Bezerra e Wilcken (1998b), visando determinar o tamanho amostral para um programa de monitoramento de dois gêneros de cupins subterrâneos em plantios de eucalipto, utilizaram blocos de 10 ha com 240 parcelas de 400 m² cada e estabeleceram que o número mínimo de amostras para cupins do gênero *Cornitermes* é de uma isca de papelão/ha, e para os cupins do gênero *Syntermes*, de uma parcela de 36 m²/ha.

O aspecto interessante da pesquisa desses autores é que foi determinado um tamanho amostral relacionado à área amostrada, diferente deste trabalho, no qual o tamanho amostral independe do tamanho da área que será amostrada, porque a confiabilidade da amostragem está relacionada com o tamanho das amostras e não com o tamanho da população, que é sempre muito grande no caso de plantios de eucalipto, o que torna o erro irrisório. Assim, pode-se lançar o mesmo número de parcelas tanto numa área pequena quanto em outra grande, com representatividade semelhante, alterando apenas a disposição das parcelas, que ficarão mais concentradas em áreas menores e mais dispersas nas maiores.

A determinação de um tamanho amostral para cada espécie de eucalipto e para os dois locais em que foi realizado este estudo é de extrema importância, pois evita a recomendação de um número médio de parcelas, o que geraria resultados subestimados para alguns casos e superestimados para outros, diminuindo a precisão da amostragem desses insetos. Da maneira como foi feito, reduz-se o tempo, o esforço e, conseqüentemente, o custo da amostragem.

Através da comparação das variâncias (Tabela 4), verificou-se que a variância da distribuição β -binomial aproximou-se mais da variância da distribuição real dos dados do que a da distribuição binomial. Isto mostra que o modelo de distribuição β -binomial representa melhor a distribuição do ataque dos cupins do que o modelo binomial, porque leva em consideração a variabilidade das probabilidades de sucesso que ocorre dentro de cada unidade amostral, enquanto o modelo binomial estaria subestimando a variância.

Como a variância da distribuição β -binomial foi maior que a da binomial, o parâmetro θ apresenta um valor maior que um, indicando que o padrão da distribuição espacial do ataque de cupins de cerne é agregado, pois se θ fosse igual a zero, as duas variâncias seriam iguais, indicando um padrão de distribuição aleatório.

O padrão agregado pode ser verificado através das figuras 1 a 6, que representam o mapeamento das áreas, e nas quais foram plotados os pontos referentes às cepas danificadas pelos cupins de cerne, por intermédio do programa SAS[®], permitindo a visualização da distribuição espacial do ataque desses insetos.

Cabe ressaltar que o padrão agregado se refere ao ataque dos cupins e não à distribuição espacial das colônias. Não foi definido se trata-se de uma ou mais colônias relacionadas aos focos de ataque, devendo-se, para isso, utilizar técnicas de análise de DNA para separação das colônias. Propõem-se, portanto, novos estudos para determinar se uma mesma colônia forrageia várias plantas ou se uma colônia daria origem a outras muito próximas.

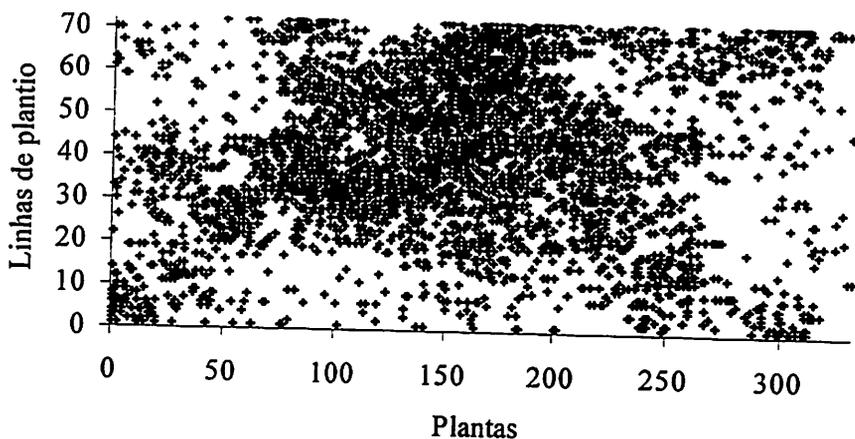


FIGURA 1. Distribuição das cepas danificadas (+) por cupins de cerne num talhão de *Eucalyptus camaldulensis*, espaçamento 3 x 2 m, em João Pinheiro, Minas Gerais.

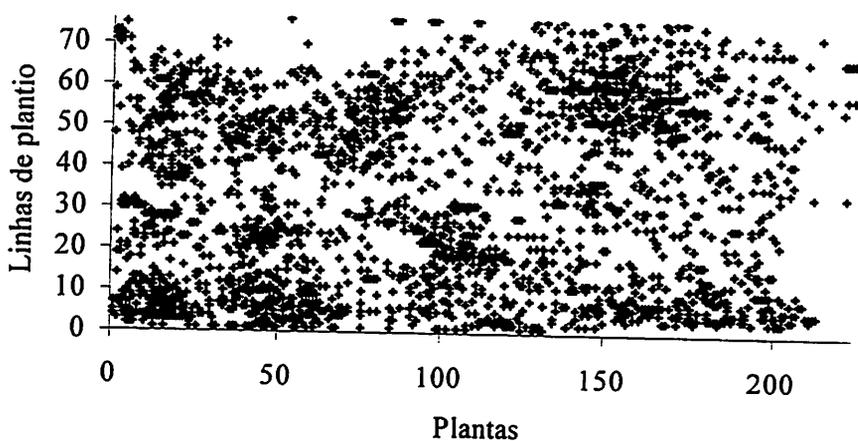


FIGURA 2. Distribuição das cepas danificadas (+) por cupins de cerne num talhão de *Eucalyptus urophylla*, espaçamento 3 x 2 m, em João Pinheiro, Minas Gerais.

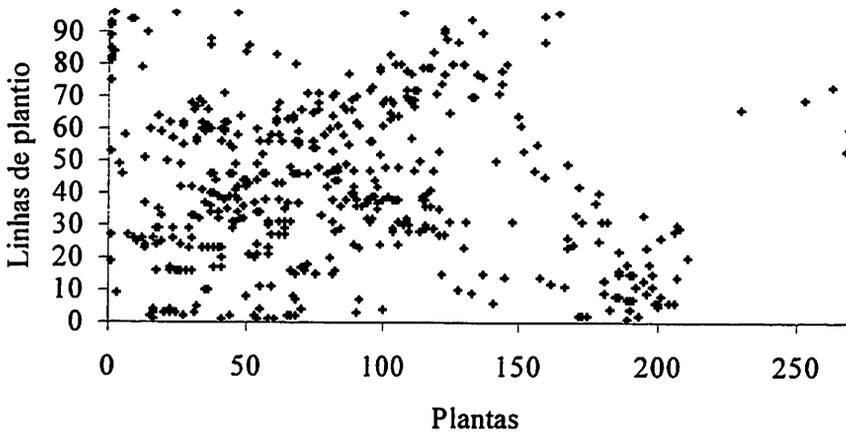


FIGURA 3. Distribuição das cepas danificadas (+) por cupins de cerne num talhão de *Eucalyptus citriodora*, espaçamento 3 x 2 m, em João Pinheiro, Minas Gerais.

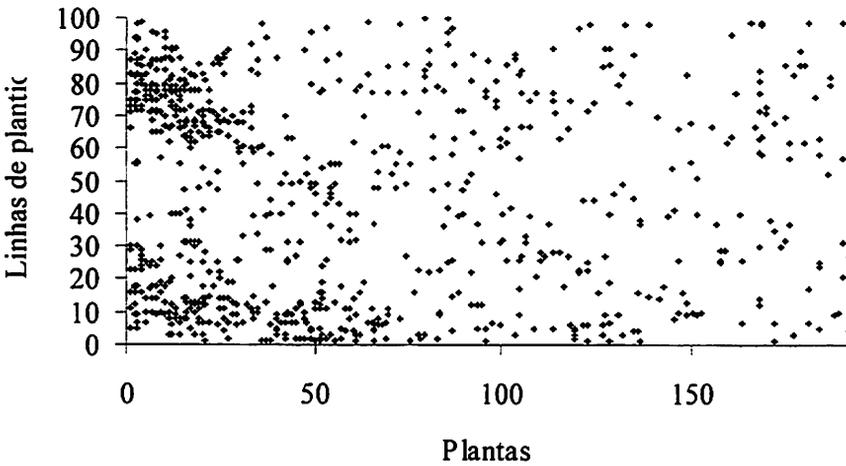


FIGURA 4. Distribuição das cepas danificadas (+) por cupins de cerne num talhão de *Eucalyptus camaldulensis*, espaçamento 3 x 2 m, em Bocaiúva, Minas Gerais.

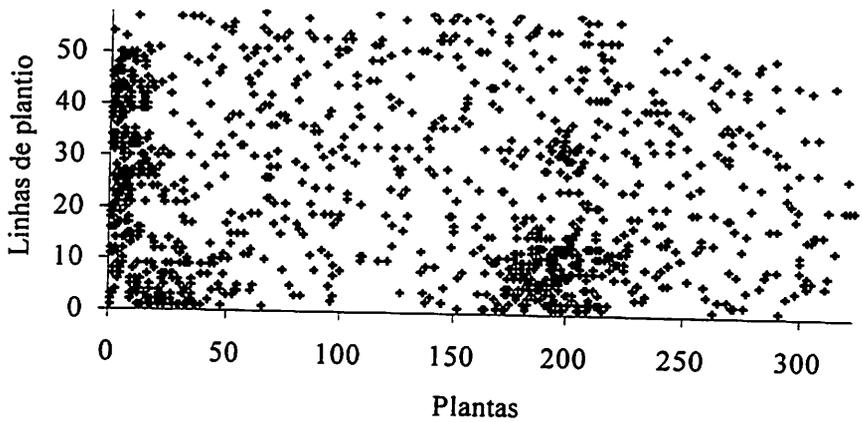


FIGURA 5. Distribuição das cepas danificadas (+) por cupins de cerne num talhão de *Eucalyptus urophylla*, espaçamento 3 x 2 m, em Bocaiúva, Minas Gerais.

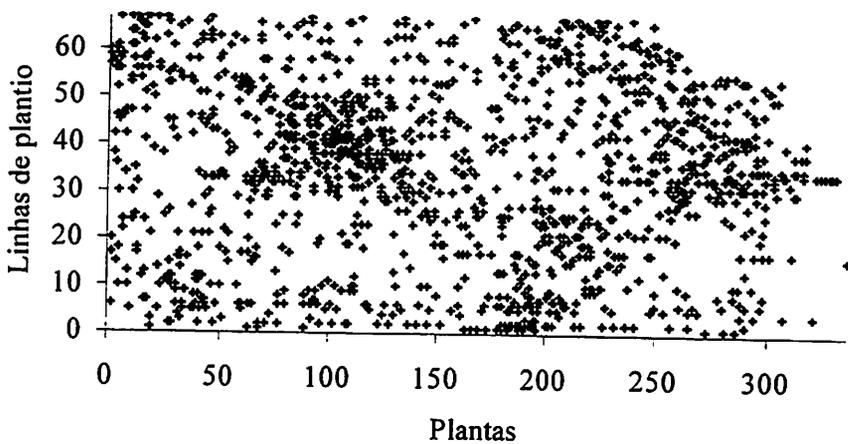


FIGURA 6. Distribuição das cepas danificadas (+) por cupins de cerne num talhão de *Eucalyptus citriodora*, espaçamento 3 x 2 m, em Bocaiúva, Minas Gerais.

De acordo com Turchin (1991), a heterogeneidade ambiental pode ser um fator determinante na distribuição de organismos, ou seja, quanto mais homogêneo um local, maior a probabilidade de se encontrar uma distribuição uniforme de organismos; isso porque a chance de sobrevivência de um organismo seria aproximadamente igual em qualquer parte do sistema. Seguindo este raciocínio, quanto mais heterogêneo um local, maior a probabilidade de se terem distribuições agregadas de organismos, provavelmente porque as fontes de recursos encontrar-se-iam agregadas, o que contraria os resultados obtidos neste trabalho, no qual foi encontrada distribuição agregada do ataque de cupins de cerne em eucalipto, cujos plantios são considerados homogêneos. Porém, apesar da aparente homogeneidade dos plantios, pequenas variações de microclima e solo podem ser significativas para o estabelecimento e crescimento dos ninhos de cupins que, por serem insetos pequenos, são suscetíveis a alterações mínimas.

DeSouza (1989) concluiu, em seu trabalho, que as espécies de cupim estudadas mostraram um padrão de dispersão agregado em fragmentos florestais na Amazônia Central, porque os determinantes de forrageamento e nidificação encontravam-se distribuídos em mosaico nas áreas. Porém, esse mosaico pode apresentar manchas de determinantes favoráveis num tamanho tal que, em pequenas amostras de 1 ha utilizadas no experimento, não foi possível determinar a alternância do padrão variegado, o que levou à observação de dispersão ao acaso das espécies de cupins nessas amostras de tamanho reduzido. Isto é, dentro das manchas favoráveis, não houve uma variação suficiente para produzir uma dispersão agregada, o que não ocorreu quando se utilizaram amostras de 10 ha.

Bezerra e Wilcken (1998a) mostraram que cupins dos gêneros *Syntermes* e *Cornitermes* possuíam distribuição espacial agregada em plantios de eucalipto, tanto para blocos de 1 como de 10 ha. As áreas dos pontos amostrais foram proporcionais ao tamanho do bloco, ou seja, amostras de 40 m² para os blocos de

1 ha e de 400 m² para os de 10 ha. Esses resultados foram os primeiros apresentados no país sobre a distribuição espacial de cupins em áreas de plantios de eucalipto.

No Brasil, Domingos, Gontijo e Cavenaghi (1989) constataram que os termiteiros de 46 espécies no cerrado, quando analisados em conjunto, apresentaram distribuição uniforme, porém a distribuição é ao acaso quando consideraram somente os consumidores de gramíneas e folhodo, o que retrata a dispersão do alimento na área; consumidores de solo e matéria orgânica tiveram padrão agregado, o que deve decorrer do fato de serem inquilinos e ocorrerem simultaneamente em termiteiros multiespecíficos; os xilófagos também apresentaram distribuição agregada, o que vem a confirmar os resultados desta pesquisa para cupins de cerne.

Muitos pesquisadores ligados à agricultura têm observado que os cupins provocam focos de danos às plantas. Embora estas constatações não sejam oriundas da experimentação, o fato dos cupins viverem em colônias e possuírem sistemas de galerias pode explicar em parte tal distribuição.

O controle de cupins de cerne em plantios de eucalipto deve ser feito por um método localizado, pois o ataque desses insetos apresenta padrão agregado de distribuição. Iscas atrativas poderiam ser utilizadas para monitoramento desses cupins e localização de seus focos de ataque, que posteriormente seriam combatidos com a distribuição de iscas tóxicas nos mesmos. Wilcken (2000) complementou que como o ataque dos cupins no campo ocorre em reboleiras, devido à distribuição agregada, poucas áreas realmente precisam da aplicação de inseticida, sendo necessário o desenvolvimento de técnicas para racionalizar a utilização desses produtos em plantações de eucalipto, manter viável o sistema de produção e ser adequado às exigências ambientais, evitando aplicações desnecessárias.

Wilcken e Raetano (1995) defenderam a intensificação de pesquisas que envolvam estudos sobre a distribuição espacial e amostragem de cupins-praga em plantios e florestas de eucalipto, possibilitando, assim, determinar a viabilidade econômica dos métodos de controle empregados. Berti Filho (1995) acrescentou que somente assim poder-se-á conhecer a distribuição das espécies-praga e o potencial de determinadas espécies se tornarem pragas, bem como avaliar a presença daquelas que utilizavam plantas nativas e que agora estão se adaptando às florestas plantadas.

Os resultados encontrados neste estudo constituem mais um passo para a compreensão do comportamento dos isópteros em florestas implantadas de eucalipto. No entanto, é necessário haver continuidade das pesquisas a fim de identificar quais são as espécies prejudiciais aos povoamentos, determinar a magnitude de seus danos e definir métodos viáveis e eficientes de controle dessa praga.

6 CONCLUSÕES

- A família Termitidae é predominante em áreas de reflorestamento com eucalipto e a fauna de Isoptera deveria ser melhor estudada, pois foram encontradas duas espécies novas.
- A forma e o tamanho ótimos de parcela para a amostragem do dano de cupins de cerne na cultura de *Eucalyptus* spp. é de uma linha de 40 plantas.
- O número ótimo de parcelas para amostragem do dano de cupins de cerne, no município de João Pinheiro, é de 29, 22 e duas parcelas para *E. camaldulensis*, *E. urophylla* e *E. citriodora*, respectivamente.
- O número ótimo de parcelas para amostragem do dano de cupins de cerne, no município de Bocaiúva, é de quatro, sete e seis parcelas para *E. camaldulensis*, *E. urophylla* e *E. cloeziana*, respectivamente.
- O modelo de distribuição β -binomial representa melhor a distribuição do ataque dos cupins de cerne em eucaliptais do que o modelo da distribuição binomial.
- O ataque de cupins de cerne em florestas plantadas de eucalipto apresenta um padrão de distribuição espacial agregado.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANJOS, N. dos; SANTOS, G.P.; ZANUNCIO, J.C. Pragas do eucalipto e seu controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 141, p. 53, set. 1986.
- BANDEIRA, A.G. **Estrutura ecológica da comunidade de cupins (Insecta: Isoptera) na zona Bragantina, Estado do Pará**. Manaus: INPA/FUA, 1983. p. 151.
- BERTI FILHO, E. Cupins e florestas. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, R.L. (eds). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 127-140.
- BEZERRA, N.S.Jr.; WILCKEN, C.F. Distribuição espacial de cupins subterrâneos dos gêneros *Syntermes* e *Cornitermes* (Isoptera: Termitidae) em plantios de eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro, RJ. **Resumos ...** Rio de Janeiro, RJ: UFRRJ, 1998a. p. 726.
- BEZERRA, N.S.Jr.; WILCKEN, C.F. Número mínimo de amostras para o monitoramento de cupins subterrâneos dos gêneros *Syntermes* e *Cornitermes* (Isoptera: Termitidae) em plantios de eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro, RJ. **Resumos ...** Rio de Janeiro, RJ: UFRRJ, 1998b. p. 725.
- COSTA-LEONARDO, A.M. Métodos para coleta e estudo das populações de cupins subterrâneos. **Naturalia**, São Paulo, v. 22, p. 199-206, 1997.
- DESOUZA, O.F.F. **Diversidade de térmitas (Insecta: Isoptera) e sua relação com a fragmentação de ecossistemas na Amazônia Central**. Viçosa: UFV, 1989, p. 85. (Dissertação – Mestrado em Entomologia).
- DESOUZA, O.F.F.; BROWN, V.K. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 10, n. 2, p. 197-206, May 1994.
- DIETRICH, C.R.R. de C. **Ocorrência de cupins (Insecta: Isoptera) em reflorestamento de *Eucalyptus* spp.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1989. p. 68. (Dissertação – Mestrado em Energia Nuclear na Agricultura).

- DOMINGOS, D.J.; GONTIJO, T.A.; CAVENAGHI, T.M.C.M. Partilha de alimento e espaço por térmitas em cerrado em Sete Lagoas, MG (Isoptera: Termitidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12., 1998, Belo Horizonte, MG. Resumos ... Belo Horizonte, MG: SEB, 1989. p. 77.
- FADINI, M.A.M. Efeito de fatores locais sobre a diversidade de cupins em florestas neotropicais. Viçosa: UFV, 1998. p. 52. (Dissertação – Mestrado em Entomologia).
- FADINI, M.A.M.; DESOZZA, O.F.F. Iscas para amostragem de cupins em Mata Atlântica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., 1995, Caxambu, MG. Resumos ... Lavras, MG: UFLA, 1995. p. 666.
- FONSECA, J.P. Experiências de combate químico a cupins subterrâneos no Horto Florestal de Guarani. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v. 19, p. 57-84, 1949.
- FONTES, L.R. Cupins neotropicais da subfamília Nasutitermitinae (Isoptera: Termitidae): morfologia do soldado e das mandíbulas do alado e operário, anatomia do tubo digestivo do operário e filogenia dos gêneros. Piracicaba: ESALQ/USP, 1987. p. 141. (Tese).
- FORTI, L.C.; ANDRADE, M.L. de. Populações de cupins. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, R.L. (eds.). Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 29-51.
- GRIFFITHS, D.A. Maximum likelihood estimation for the beta-binomial distribution and an application to the household distribution of the total number of cases of a disease. Biometrics, Berkshire, v. 29, n. 4, p. 637-648, Dec. 1973.
- HARRIS, W.V. Termites: their recognition and control, 2. ed. England: Longman Group, 1971. 186 p.
- HERBERS, J.M. Structure of an Australian ant community with comparisons to North American counterparts (Hymenoptera: Formicidae). Sociobiology, New York, v. 24, p. 293-306, 1994.
- JANDER, R. Ecological aspects of spatial orientation. Annual Review of Ecology Systematic, Palo Alto, v. 6, p. 171-188, 1975.

- JUNQUEIRA, L.K. **Cupins (Insecta: Isoptera) em plantios de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) na estação experimental de ciências florestais da Universidade de São Paulo, no município de Anhembi, São Paulo.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1999. p. 57. (Dissertação – Mestrado em Ciência Florestal).
- LEE, K.E.; WOOD, T.G. **Termites and soils.** New York: Academic Press, 1971. 251 p.
- MARICONI, F.A.M. **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas.** 4. ed. São Paulo: Nobel, 1981. v. 2, 466 p.
- MATHEWS, A.G.A. **Studies on termites from the Mato Grosso State, Brazil.** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1977. 267 p.
- MILL, A.E. Faunal studies on termites (Isoptera) and observation on their ant predators (Hymenoptera: Formicidae) in the Amazon Basin. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 26, p. 253-260, 1982a.
- MILL, A.E. Populações de térmitas (Insecta: Isoptera) em quatro habitats no baixo rio Negro. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 12, n. 1, p. 53-60, 1982b.
- NEGRÃO, I. de O. **Avaliação de métodos de estimação dos parâmetros da distribuição β -binomial via simulação Monte Carlo.** Lavras: UFLA, 2000. p. 72. (Dissertação – Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária).
- NOGUEIRA, S.B.; SOUZA, A.J. de. “Cupim do cerne”, *Coptotermes testaceus* (Isoptera: Rhinotermitidae), uma praga séria para eucaliptos nos cerrados. **Brasil Florestal**, Brasília, v. 14, n. 61, p. 27-29, 1987.
- RICKLEFS, R.E. Community diversity: relative roles of local and regional processes. **Science**, Washington, v. 235, p. 167-171, 1987.
- SANDS, W.A. Termite distribution in man-modified habitats in West Africa, with special reference to species segregation in the genus *Trinervitermes* (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae). **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 34, p. 557-571, 1965.
- SANTOS, G.P.; ZANUNCIO, J.C.; ANJOS, N. dos; ZANUNCIO, T.V. Danos em povoamentos de *Eucalyptus grandis* pelo cupim de cerne *Coptotermes*

- testaceus* Linneé, 1785 (Isoptera: Rhinotermitidae). *Revista Árvore*, Viçosa, v. 14, n. 2, p. 155-163, 1990.
- SCHURMAN, G.; DANGERFIELD, J.M. Dispersion and abundance of *Macrotermes michaelseni* colonies: a limited role for intraspecific competition. *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, v. 13, p. 39-49, 1997.
- SOARES, S.M. Distribuição espacial e riqueza de espécies de formigas. Viçosa: UFV, 1999. p. 52. (Dissertação – Mestrado em Entomologia).
- TAYLOR, L.R. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 29, p. 321-357, 1984.
- TURCHIN, P. Translating foraging movements in heterogeneous environments into the spatial distribution of foragers. *Ecology*, Washington, v. 72, p. 1253-1266, 1991.
- WHITFORD, W. The importance of the biodiversity of soil biota in arid ecosystems. *Biodiversity and Conservation*, London, v. 5, p. 185-195, 1996.
- WILCKEN, C.F. Termite pests in eucalyptus forests of Brazil. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21., 2000, Foz do Iguaçu, Brazil. *Abstracts ... Londrina, PR: Embrapa Soja*, 2000. p. 859. (Embrapa Soja. Documentos, 143).
- WILCKEN, C.F.; RAETANO, C.G. Controle de cupins em florestas. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L.R. (eds). *Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins*. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 141-154.
- WOOD, T.G.; SANDS, W.A. The role of termites in ecosystems. In: BRIAN, M.V. (ed.). *Production ecology of ants and termites*. Cambridge: Cambridge University Press, 1978. p. 245-292.
- ZUCCHI, R.A.; VENDRAMIM, J.D.; BERTI FILHO, E. Importância dos insetos e manejo de pragas. In: *Curso de Entomologia Aplicada à Agricultura*. Piracicaba: FEALQ, 1992. 760 p.

CAPÍTULO 3

Avaliação do dano causado por cupins de cerne (Insecta: Isoptera) em áreas de reflorestamento com *Eucalyptus* spp.*

1 RESUMO

Este trabalho teve como objetivos avaliar a influência da espécie de eucalipto e/ou do tipo de solo sobre a taxa de infestação de cupins de cerne, desenvolver equações para a estimativa do volume de madeira perdido em consequência do ataque desses insetos e analisar o efeito desse ataque sobre a produção de carvão. A porcentagem de infestação de cupins de cerne foi maior em *E. urophylla* e *E. cloeziana*, com 7,5 e 7,2%, respectivamente, seguidas por *E. camaldulensis*, com 3,6%, e por *E. citriodora*, com 0,9%. *E. urophylla* e *E. camaldulensis* apresentaram, respectivamente, taxas de infestação de 25,0 e 20,4% em solo arenoso e de 7,5 e 3,6% em solo argiloso. A equação de melhor ajuste para a estimativa do volume de madeira de *E. camaldulensis* consumido (V_c) por cupins de cerne foi aquela em função do diâmetro da árvore (DAP) ($V_c = e^{(-8,2334+0,1131 \text{ DAP})}$), e para *E. urophylla*, em função da altura da planta (H) ($V_c = e^{(-12,1271+0,3087 \text{ H})}$). Os modelos que usaram os dados agrupados por classes de diâmetro tiveram melhores ajustes do que os que utilizaram os dados por árvore individual. A redução do volume de madeira para *E. urophylla* foi estimada em 0,65 m³/ha (1,60%) e em 0,32 m³/ha para *E. camaldulensis* (1,17%). A análise de identidade de modelos entre as equações baseadas no DAP não indicou diferença entre as duas espécies, sendo o modelo de volume consumido independente da espécie ($V_c = e^{(-8,4912+0,1485 \text{ DAP})}$) suficiente para expressar a intensidade do dano para as duas espécies em função do diâmetro da árvore. O volume de carvão proveniente de madeira sem dano e danificada por esses insetos foi semelhante, indicando que o consumo de madeira por cupins de cerne não afetou o volume de carvão produzido.

* Orientador: Jair Campos Moraes - UFLA.

Co-orientador: Ronald Zanetti Bonetti Filho - UFLA.

CHAPTER 3

Evaluation of damage caused by heartwood termites (Insecta: Isoptera) in eucalyptus plantations*

2 ABSTRACT

This research was intended to evaluate the influence of the eucalyptus species and/or soil type on infestation level of heartwood termites, to develop equations for wood production lost in consequence of these insects and to analyze the effect of them on charcoal production. The percentage of heartwood termites infestation was calculated for four eucalyptus species, being *E. urophylla* and *E. cloeziana* the most infested ones, with 7.5 and 7.2%, respectively, followed by *E. camaldulensis*, with 3.6%, and by *E. citriodora* with 0.9%. *E. urophylla* and *E. camaldulensis* presented, respectively, infestation rates of 25.0 and 20.4% in sandy soil and of 7.5 and 3.6% in clayey soil. The best equation to estimate wood production of *E. camaldulensis* consumed (V_c) by the heartwood termites was that based on tree diameter (DAP) ($V_c = e^{(-8,2334+0,1131 \text{ DAP})}$) and for *E. urophylla* was based on plant height (H) ($V_c = e^{(-12,1271+0,3087 \text{ H})}$). The models using the data grouped by diameter classes presented best fits than those with data per individual tree. Wood production reduction for *E. urophylla* was of 0.65 m³/ha (1.60%) and 0.32 m³/ha for *E. camaldulensis* (1.17%). No difference was found between the two species by the models based on DAP, being the model of consumed production independent of specie ($V_c = e^{(-8,4912+0,1485 \text{ DAP})}$) enough to express the damage intensity for the two species based on DAP. Production of charcoal coming from undamaged wood and heartwood termite-damaged wood was similar, indicating that the consumption of wood by heartwood termites did not affect the production of charcoal.

* Adviser: Jair Campos Moraes - UFLA

Co-adviser: Ronald Zanetti Bonetti Filho - UFLA

3 INTRODUÇÃO

Apesar da importância da madeira como fonte energética nos países em desenvolvimento, os interesses em remediar os problemas do aumento da demanda e possível escassez têm origem recente. A solução surgiu com a introdução de espécies exóticas de crescimento rápido, como as do gênero *Eucalyptus*, mas características climáticas, edáficas e demográficas têm imposto limitações a este tipo de cultivo. Essas pressões ocasionaram, no passado, perdas no estoque do viveiro e das plantas jovens, principalmente devido ao ataque por cupins (Wardell, 1987).

No campo, os danos por cupins podem ser causados pelo ataque primário, o que pode reduzir o vigor e o crescimento das plantas novas; ataque secundário, efetuado em árvores mortas por outros agentes; e o ataque complementar, no qual a morte da árvore resulta de efeitos combinados entre danos causados por cupins e outros fatores (Nair e Varma, 1985).

De acordo com Mill (1992), os cupins-praga podem ser classificados em três categorias: aqueles que são pragas esporádicas, ocorrendo ocasionalmente; aqueles que são pragas em potencial, ou seja, poderiam ser importantes se ocorresse um aumento de sua densidade; e os que são pragas regulares, isto é, espécies que estão sempre presentes e causam dano econômico na cultura.

Dentre esses, os cupins de cerne têm causado danos em plantios de *Eucalyptus* spp. no Brasil. Anjos, Santos e Zanuncio (1986) citaram a ocorrência de *Coptotermes testaceus* (Isoptera: Rhinotermitidae), espécie de hábito subterrâneo, em áreas de cerrado de Minas Gerais. Eles penetram nas plantas de eucalipto através das raízes e constroem galerias pelo cerne, sem deixar sinais e/ou sintoma externo de seu ataque, que é notado apenas na época da colheita ou por ocasião de ventos fortes que provoquem a queda das árvores. Isso provocou

grande impacto e preocupação ao setor florestal, pois esse tipo de dano era mais contundente em plantas mais velhas e poderia comprometer ou inviabilizar a previsão de produção sustentada de madeira, que seria certamente frustrada quanto à qualidade e à quantidade, à época da exploração (Santos et al., 1990).

Considerando que a produtividade dos reflorestamentos em áreas de cerrado é baixa em comparação com a obtida em outras regiões, como no estado de São Paulo, a perda de plantas que tombam ao longo do ciclo de vida, culminada com a redução do volume de madeira devido ao ataque direto da praga, é preocupante, pois esses plantios também estão sujeitos ao ataque de outras pragas, como formigas cortadeiras e lagartas desfolhadoras. Além disso, o potencial de brotação dos tocos danificados pelos cupins de cerne e a qualidade do carvão de plantas danificadas por esses agentes têm sido pouco estudados.

Por essa razão, Diehl-Fleig, Castilhos-Fortes e Silva (1995) salientaram a urgência do mapeamento das regiões de maior incidência de cupins, a identificação das espécies de cada área, a determinação dos prejuízos causados nos diversos cultivos e na indústria e, finalmente, a adoção de medidas de controle (preventivas e/ou curativas).

Além disso, outros estudos são necessários para verificar o efeito do tipo e da profundidade do solo sobre a densidade de colônias e a distribuição das espécies, apesar dos cupins de hábito subterrâneo serem menos afetados por essas variáveis (Lee e Wood, 1971). Gallo et al. (1988) mencionaram que os cupins subterrâneos são mais prejudiciais para cultivos em solos arenosos, permitindo-se supor que haja maior frequência de espécies subterrâneas prejudiciais à agricultura nesses tipos de solo, incluindo os cupins de cerne.

Considerando o que foi exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar os danos provocados por cupins de cerne na cultura do eucalipto, visando:

1) verificar se a taxa de infestação por esses insetos varia com a espécie de eucalipto e/ou tipo de solo;

- 2) estimar a perda em volume de lenha de árvores atacadas por cupins de cerne;
e
- 3) verificar a influência do ataque desta praga sobre o volume de carvão produzido.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi realizado em áreas de reflorestamento com *Eucalyptus* spp. da V & M Florestal Ltda., sendo constituído de três ensaios e conduzido nos meses de junho, julho e agosto de 1999.

4.1 Efeito da espécie de eucalipto e do tipo de solo na infestação por cupins de cerne

O levantamento da infestação de cupins de cerne em plantas de eucalipto foi realizado por amostragens em fazendas da região de João Pinheiro (incluindo o município de Paracatu) e em Bocaiúva, Minas Gerais, em solos arenoso e argiloso, respectivamente. Cada fazenda era dividida em projetos que, por sua vez, dividiam-se em talhões. Esse procedimento foi executado em 40 talhões de eucalipto (Tabela 1), sendo oito de *Eucalyptus camaldulensis* e quatro de *Eucalyptus urophylla* no primeiro município e sete talhões de cada uma das seguintes espécies: *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus cloeziana*, no segundo.

O tamanho amostral para proceder a amostragem do dano dos cupins de cerne foi estabelecido no capítulo anterior, conforme mostrado na Tabela 2.

Os talhões amostrados foram todos de primeiro ciclo, recentemente explorados, e as amostras foram lançadas em parcelas de uma linha de 40 plantas em zigue-zague, procurando espalhar as parcelas de modo a abranger toda a área do talhão, cujo tamanho e formato eram previamente observados para melhor distribuição das parcelas, atentando-se para não ser induzido a amostrar somente o local em que o ataque fosse maior. Foi anotado o número de plantas atacadas por cupins em cada parcela, o que foi feito pela visualização das cepas danificadas, e foi calculada a porcentagem de infestação.

TABELA 1. Características dos talhões amostrados em diferentes municípios de Minas Gerais, junho a agosto de 1999.

Município	Fazenda	Projeto	Nº do talhão	Área (ha)	Espécie de <i>Eucalyptus</i>
João Pinheiro	Campo Alegre	VII-90	35	35,70	<i>E. camaldulensis</i>
João Pinheiro	Campo Alegre	VII-90	23	40,91	<i>E. camaldulensis</i>
João Pinheiro	Campo Alegre	VII-91	21 A	19,10	<i>E. camaldulensis</i>
João Pinheiro	Campo Alegre	I-86	21	38,25	<i>E. camaldulensis</i>
João Pinheiro	Campo Alegre	II-90	22	22,90	<i>E. camaldulensis</i>
João Pinheiro	Campo Alegre	II-90	2	45,20	<i>E. urophylla</i>
João Pinheiro	Campo Alegre	VII-91	40 A	10,60	<i>E. urophylla</i>
João Pinheiro	Campo Alegre	VII-91	40	26,30	<i>E. urophylla</i>
João Pinheiro	Patagônia	VII B-91	13	17,50	<i>E. camaldulensis</i>
João Pinheiro	Patagônia	VII B-91	8 A	20,30	<i>E. camaldulensis</i>
Paracatu	Nova Esperança	III	18	10,40	<i>E. camaldulensis</i>
Paracatu	Nova Esperança	III	13	29,00	<i>E. urophylla</i>
Bocaiúva	Pé do Morro	XLVII A-92	1	33,80	<i>E. camaldulensis</i>
Bocaiúva	Pé do Morro	XII-90	25 A	24,25	<i>E. camaldulensis</i>
Bocaiúva	Pé do Morro	XII-90	26	25,00	<i>E. camaldulensis</i>
Bocaiúva	Pé do Morro	XII-90	26 A	24,25	<i>E. camaldulensis</i>
Bocaiúva	Pé do Morro	XII-90	25	25,00	<i>E. urophylla</i>
Bocaiúva	Pé do Morro	XII-90	34	25,00	<i>E. urophylla</i>
Bocaiúva	Pé do Morro	XII-90	34 A	24,75	<i>E. urophylla</i>
Bocaiúva	Pé do Morro	XLVII A-92	6	17,50	<i>E. cloeziana</i>
Bocaiúva	Pé do Morro	XLVII A-92	7	23,50	<i>E. cloeziana</i>
Bocaiúva	Pé do Morro	XLVII A-92	8	18,00	<i>E. cloeziana</i>
Bocaiúva	Vargem Grande	XXXVI A-86	11	33,10	<i>E. citriodora</i>
Bocaiúva	Vargem Grande	XXXVI A-86	12	13,00	<i>E. citriodora</i>
Bocaiúva	Vargem Grande	XXXVI A-86	13	31,50	<i>E. citriodora</i>
Bocaiúva	Vargem Grande	XXXVI A-86	14	22,16	<i>E. citriodora</i>
Bocaiúva	Vargem Grande	XXXVI A-86	15	18,60	<i>E. citriodora</i>
Bocaiúva	Vargem Grande	XXXVI A-86	16	25,27	<i>E. citriodora</i>
Bocaiúva	Vargem Grande	XXXVI A-86	17	24,83	<i>E. citriodora</i>
Bocaiúva	Vargem Grande	XXI-89	12	41,30	<i>E. cloeziana</i>
Bocaiúva	Extrema	X A-92	32 A	20,20	<i>E. urophylla</i>
Bocaiúva	Extrema	X A-92	33 A	10,90	<i>E. urophylla</i>
Bocaiúva	Extrema	X A-92	37	27,60	<i>E. urophylla</i>
Bocaiúva	Extrema	X A-92	38	13,20	<i>E. urophylla</i>
Bocaiúva	Extrema	X A-92	30 A	18,30	<i>E. cloeziana</i>
Bocaiúva	Extrema	X A-92	32	22,90	<i>E. cloeziana</i>
Bocaiúva	Extrema	X A-92	36	24,90	<i>E. cloeziana</i>
Bocaiúva	Corredor	XLIV-92	5	28,02	<i>E. camaldulensis</i>
Bocaiúva	Corredor	XLIV-92	9	21,91	<i>E. camaldulensis</i>
Bocaiúva	Corredor	XLIV-92	20	22,33	<i>E. camaldulensis</i>

TABELA 2. Número de parcelas de uma linha de 40 plantas para amostragem do dano de cupins de cerne, para cada espécie de eucalipto, nos municípios de João Pinheiro e Bocaiúva, em Minas Gerais, 1999.

Município	Espécie	Número de parcelas
João Pinheiro	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	29
	<i>Eucalyptus urophylla</i>	22
	<i>Eucalyptus citriodora</i>	2
Bocaiúva	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	4
	<i>Eucalyptus urophylla</i>	7
	<i>Eucalyptus cloeziana</i>	6

Os dados foram transformados em $\sqrt{x+1}$ devido à ocorrência de zeros, ou seja, parcelas em que a porcentagem de infestação foi nula. A análise de variância e o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) foram utilizados para avaliar diferenças entre as espécies de eucalipto, em cada tipo de solo. Os dados conjuntos também foram submetidos à análise de variância, submetendo-se suas médias ao teste de Tukey ($p \leq 0,05$), visando verificar interações entre espécie/tipo de solo e a porcentagem de infestação desses cupins.

4.2 Estimativa do volume de madeira de eucalipto consumido por cupins de cerne

A perda de madeira foi estimada para *E. camaldulensis* e *E. urophylla* em dois talhões da fazenda Campo Alegre, no município de João Pinheiro (Tabela 3), pelo método da cubagem rigorosa, utilizando a fórmula de Smalian (Scolforo e Figueiredo Filho, 1998).

TABELA 3. Características dos talhões de eucalipto utilizados para a estimativa do volume de madeira consumido pelos cupins de cerne. Minas Gerais, junho a agosto de 1999.

Município	Fazenda	Projeto	Talhão	Área (ha)	Espécie
João Pinheiro	Campo Alegre	II-90	22	22,90	<i>E. camaldulensis</i>
João Pinheiro	Campo Alegre	VII-91	40	26,30	<i>E. urophylla</i>

As árvores foram divididas em classes de diâmetro à altura do peito (DAP) de 6 a 9 cm, 9 a 12, 12 a 15, 15 a 18, 18 a 21 e 21 a 24 cm para as duas espécies de eucalipto, antes de serem cubadas, não considerando a última classe para *E. camaldulensis*, pois esta espécie dificilmente atinge diâmetro dessa dimensão na idade de corte para produção de carvão (7 anos), naquela região.

Em cada árvore utilizada foram realizadas duas medições, representadas pela cubagem externa da árvore para a determinação do volume total, e pela cubagem interna para a estimativa do volume de madeira consumido pelos cupins, ou seja, do volume da injúria decorrente do ataque do inseto. Portanto, as árvores cubadas foram apenas aquelas que se encontravam danificadas pela praga.

Os volumes interno (da injúria) e externo (total) foi calculado para três árvores de cada classe de diâmetro, constituindo a amostra piloto. Com o volume interno dessas plantas, foi definido o número necessário de árvores a serem cubadas para cada classe diamétrica, pelo método sequencial de Newman (Scolforo e Figueiredo Filho, 1998), através do cálculo e recálculo da intensidade amostral, até a estabilização do número de árvores a serem cubadas por classe.

As seções das árvores para cubagem externa foram estabelecidas a 0,1 m (altura de corte); 0,7; 1,3; 3,0; 5,0; 7,0 m de altura e assim por diante, de 2,0 em

2,0 metros, até o fuste atingir 5,0 cm de diâmetro, considerada a dimensão mínima para produção de carvão. O diâmetro das seções foi medido com auxílio de suta e fita métrica, realizando-se posteriormente a transformação em área para o cálculo do volume externo (V_t). Foram medidas, também, o diâmetro à altura do peito (DAP) e a altura total da planta (H) para estabelecer diversas correlações com o volume consumido.

O volume consumido pelos cupins de cerne (V_c), isto é, o volume da injúria, foi estimado nas mesmas árvores em que foi feita a cubagem externa, porém nas alturas das seções de 0,1 m (altura de corte); 0,5; 0,7; 0,9; 1,3; 2,0; 3,0; 4,0 m e assim por diante, de 1,0 em 1,0 metro até o final da injúria. Nestas alturas, as árvores eram cortadas com moto-serra, e quando não mais se encontrava o sinal do ataque, realizavam-se cortes intermediários na última seção, até chegar próximo ao final da injúria para medir a sua altura. Os perímetros da injúria, nos extremos de cada seção, foram transcritos em papel vegetal e depois planimetrados para determinação de suas áreas.

O volume consumido pelos cupins foi estimado pelo método gráfico, através do qual foi construído um gráfico para cada árvore, com a altura da seção no eixo X e a área atacada no eixo Y. Os pontos foram plotados no gráfico e interligados linearmente, formando uma figura geométrica, cuja área foi determinada por intermédio de um planímetro. Os valores encontrados eram multiplicados pelo fator de escala do gráfico (no caso, igual a 0,00025), fornecendo o volume consumido pelo inseto. Através destes dados foi possível estabelecer modelos de equações de regressão, utilizando o modelo exponencial a seguir, entre o volume consumido pelos cupins de cerne (V_c) e as características dendrométricas avaliadas das árvores, como o diâmetro à altura do peito (DAP), a altura (H) e o volume total das plantas (V_t). A análise de variância indicou a correlação (R), o coeficiente de determinação (R^2) e o erro padrão da estimativa (S_{yx}) para as duas espécies de eucalipto.

Modelo de regressão utilizado: $Y = e^{(\beta_0 + \beta_1 X)}$

em que:

Y = volume consumido;

β_0 e β_1 = parâmetros estimados; e

X = variáveis independentes testadas (DAP, H e Vt)

O modelo para estimar o volume total para cada classe de diâmetro foi:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 (\text{DAP})^2 + \beta_2 H$$

em que:

Y = volume total médio das classes diamétricas;

β_0 , β_1 , e β_2 = parâmetros estimados;

DAP = diâmetro central da classe à altura do peito; e

H = altura média da classe diamétrica.

Os dados permitiram, ainda, quantificar o volume de madeira perdido devido ao ataque da praga, bem como definir qual a espécie de eucalipto mais prejudicada por este ataque. Na tentativa de estudar o comportamento do ataque desse inseto em função do diâmetro das árvores, para cada espécie de eucalipto foi elaborada uma análise de identidade de modelos (Graybill, 1976) para as equações do volume consumido em função do DAP das espécies *E. camaldulensis* e *E. urophylla*, para a qual foi necessário estabelecer uma equação para o modelo completo, ou seja, para todas as árvores, independente da espécie.

4.3 Efeito do dano causado por cupins de cerne sobre o volume de carvão

Este ensaio foi realizado na fazenda Campo Alegre, município de João Pinheiro, com *E. urophylla*, utilizando toras provenientes de dois talhões com idade e época de corte semelhantes (Tabela 4).

TABELA 4. Características dos talhões usados para a avaliação do efeito do dano provocado pelos cupins sobre o volume de carvão produzido. Minas Gerais, junho a agosto de 1999.

Município	Fazenda	Projeto	Talhão	Área (ha)	Espécie
João Pinheiro	Campo Alegre	VII-91	40	26,30	<i>E. urophylla</i>
João Pinheiro	Campo Alegre	VII-91	40 A	10,60	<i>E. urophylla</i>

O carvoejamento foi efetuado em fornos circulares com capacidade de 38,0 st (metro estéreo), sendo utilizados três fornos para madeira sem dano e outros três para madeira danificada pelos cupins de cerne, ou seja, dois tratamentos com três repetições. Na seleção da lenha que foi carbonizada, procurou-se escolher aquelas que apresentavam o sintoma de ataque nas duas extremidades, tomando-se também o cuidado de escolher as toras danificadas e sem dano com diâmetros semelhantes.

Foram determinados o volume e o peso da lenha destinada a cada um dos fornos através de duas a três amostras, retiradas da pilha de lenha, que apresentavam 1,80 m de comprimento (comprimento das toras), 1,00 m de largura e altura variável (de acordo com a altura da pilha de lenha formada). O volume de carvão produzido em cada forno foi medido colocando-o no gabarito, uma espécie de gaiola onde se acondiciona o carvão, sendo que estes dados foram analisados pelo teste T, a 5% de significância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Efeito da espécie de eucalipto e do tipo de solo na infestação por cupins de cerne

A porcentagem de infestação de cupins de cerne nas diferentes espécies de eucalipto (Tabela 5) mostrou índices maiores e semelhantes de ataque em *E. urophylla* e *E. cloeziana*, no município de Bocaiúva, com 7,5 e 7,2%, não diferindo estatisticamente entre si (Tukey, $p \leq 0,05$); seguidas por *E. camaldulensis* com 3,6% e por *E. citriodora*, com 0,9%. Em João Pinheiro, com duas espécies avaliadas, *E. urophylla* foi mais atacado do que *E. camaldulensis*, com 25,0% e 20,4% de infestação, respectivamente.

Um talhão de *E. camaldulensis* em João Pinheiro, com até 48,51% de infestação, apresentou a maior infestação em termos absolutos. Por outro lado, a menor porcentagem de infestação foi encontrada em um talhão de *E. citriodora* em Bocaiúva, com infestação nula em todas as parcelas.

TABELA 5. Porcentagem média de infestação por cupins de cerne em talhões com diversas espécies de eucalipto, nos municípios de João Pinheiro e Bocaiúva, em Minas Gerais, junho a agosto de 1999.

Espécie	Município*	
	Bocaiúva	João Pinheiro
<i>E. urophylla</i>	7,5 aB	25,0 aA
<i>E. cloeziana</i>	7,2 a	-
<i>E. camaldulensis</i>	3,6 bB	20,4 bA
<i>E. citriodora</i>	0,9 c	-

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A análise de variância conjunta revelou que a interação entre espécie e tipo de solo não foi significativa, indicando que a taxa de infestação de diferentes espécies de eucalipto só pode ser comparada num mesmo tipo de solo.

E. urophylla e *E. cloeziana* foram mais atacados pelos cupins de cerne, com taxas médias de infestação mais elevadas, sendo a espécie *E. urophylla* a mais atacada nos dois tipos de solo. Em contrapartida, *E. citriodora* foi menos infestado em Bocaiúva. No entanto, não se pode afirmar que uma espécie seja mais resistente do que outra, pois o experimento não foi elaborado para esse propósito. Sugere-se a realização de estudos para analisar essa questão.

As diferenças entre as espécies de eucalipto podem ter ocorrido devido às variações na qualidade da madeira, principalmente aquelas referentes às características físicas, como densidade, e químicas, como o teor de extrativos, que são componentes secundários da madeira (Caixeta, 2000). De acordo com Garcia (1998), os extrativos de folhosas como o eucalipto possuem terpenos, graxas, ceras, ácidos graxos, álcoois, fenóis simples, taninos, óleos e outros compostos, sendo que as proporções destes é que poderiam causar as diferentes intensidades de ataque entre as espécies, pois sabe-se que alguns deles têm efeito inibidor sobre a alimentação de insetos, conforme relatou Pettersen (1984) ao mencionar que a presença de alguns desses compostos influencia a resistência ao ataque de fungos e insetos. Sogabe et al. (2000) descobriram que o cerne de *Cryptomeria japonica* D. Don exibia elevada atividade antitermítica e identificaram a substância 16-phyllocladanol como a de maior atividade cupinicida entre as substâncias extraídas do cerne dessa essência.

O fator ambiental também pode ser apontado como outra causa de variação, pois os talhões avaliados encontravam-se distantes uns dos outros, inclusive em fazendas distintas. Sabe-se que fatores do meio (solo, temperatura, precipitação e vento) são causas de variação da densidade da madeira (Souza,

Della Lucia e Resende, 1979) e também do teor de extrativos (Demuner e Bertolucci, 1993), o que pode ter causado alterações nestas características.

O ataque de cupins de cerne inicia-se pela medula, tecido nutritivo constituído por células parenquimáticas. Da medula alastra-se para o cerne que, segundo Foelkel, Mora e Menochelli (1992), apresenta densidade menor do que o alburno, o que favorece o ataque dos cupins, pois a densidade aumenta gradativamente no sentido radial. De acordo com Carmo (1996), o teor de extrativos em espécies de eucalipto também aumenta da medula para o cerne periférico, com uma menor quantidade encontrada no alburno; porém, a madeira de *E. citriodora* apresentou um comportamento oposto, possuindo maior teor de extrativos na medula do que no cerne, aparentando ser este fato uma das possíveis causas do menor ataque de cupins nessa espécie de eucalipto.

A porcentagem média de infestação nas duas espécies de eucalipto (Tabela 5) mostra que os talhões foram consideravelmente mais infestados em João Pinheiro do que em Bocaiúva. Isto pode indicar que os plantios de *Eucalyptus* spp. localizados em solos arenosos sofrem maior intensidade de ataque por cupins de cerne do que aqueles cultivados em solos argilosos. Esta constatação possivelmente decorre do fato de que insetos de solo são mais beneficiados em solos arenosos que em argilosos, provavelmente devido à menor incidência de patógenos, melhores condições de umidade e à maior facilidade dos cupins subterrâneos em colonizar esses tipos de solo. Outra hipótese é que como solos argilosos são mais produtivos, oferecendo melhores condições de fertilidade, a produção de extrativos pelas plantas também pode ser maior. Entretanto, essas premissas devem ser analisadas com maior rigor em outros estudos.

Santos et al. (1990), procedendo a amostragem de *Coptotermes testaceus* em talhões de *Eucalyptus grandis*, em três regiões de cerrado de Minas Gerais, encontraram uma intensidade média de ataque de 13,02% em Bocaiúva, 9,96%

em Felixlândia e 32,0% em João Pinheiro. Estes resultados, apesar de terem sido coletados em talhões de *E. grandis*, espécie pouco cultivada atualmente, mostram maior grau de infestação em João Pinheiro, como também foi observado neste trabalho. Nogueira e Souza (1987) também realizaram amostragens de *C. testaceus* em dois talhões de 40 ha de *Eucalyptus* spp. com 10 anos de idade, em Curvelo-MG, e encontraram uma porcentagem de ataque de 18,83% para o primeiro e de 24,06% para o segundo talhão. Em ambos os trabalhos, os danos ao cerne das plantas de eucalipto foram atribuídos a *C. testaceus*, mas neste estudo não foi possível identificar a espécie, pois a amostragem foi realizada em cepas danificadas em talhões já explorados, sendo que os insetos não mais se encontravam no cerne das cepas ou haviam vedado, com solo, a injúria na altura do corte das plantas, não permitindo, assim, a sua coleta.

É possível que o dano ao cerne de eucalipto não seja causado por uma única espécie de cupim, pois foram encontradas diferentes espécies desse inseto nas injúrias de cepas, embora não se possa afirmar que essas espécies tenham causado o dano verificado, pois podiam ter infestado as cepas após o corte das árvores, após a saída da verdadeira espécie prejudicial.

Outro motivo que sugere a ocorrência de mais de uma espécie de cupim foi a diferença nas características da injúria. Em algumas cepas, o dano apresentava-se praticamente arredondado, enquanto em outras, o perímetro da injúria era todo invaginado. Além disso, algumas cepas apresentavam lâminas de madeira completamente recortadas, dispostas verticalmente no interior da injúria, que podiam ser retiradas com certa facilidade (Figura 1).



FIGURA 1. Características das injúrias provocadas por cupins de cerne em *Eucalyptus* spp., destacando injúria com perímetro arredondado (A), injúria com perímetro invaginado (B) e injúria com lâminas de madeira remanescentes do cerne (C).

5.2 Estimativa do volume de madeira de eucalipto consumido por cupins de cerne

Para a determinação do volume de madeira consumido pelo ataque dos cupins, foi necessário, primeiramente, definir o número de árvores que seriam cubadas para cada classe de diâmetro (Tabela 6).

Através da cubagem rigorosa das árvores, foi possível determinar o volume externo (total da planta) e o volume consumido pelos cupins (da injúria) (Tabela 7) e estabelecer as equações que estimam o volume de madeira consumido pelos cupins (Tabelas 8 e 9).

TABELA 6. Intensidade amostral para a cubagem rigorosa de árvores de duas espécies de eucalipto, nas classes de diâmetro consideradas. Minas Gerais, junho a agosto de 1999.

Classe diamétrica (cm)	Número de árvores cubadas	
	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	<i>Eucalyptus urophylla</i>
6-9	11	11
9-12	7	12
12-15	7	8
15-18	9	10
18-21	12	7
21-24	-	9

TABELA 7. Volume total das árvores (Vt) e volume de madeira consumido pelos cupins de cerne (Vc), nas diversas classes de diâmetro (CD) de duas espécies de eucalipto. Minas Gerais, 1999.

CD (cm)	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>		<i>Eucalyptus urophylla</i>	
	Vt (m ³)	Vc (m ³)	Vt (m ³)	Vc (m ³)
6 – 9	0,026038	0,000199	0,022746	0,000174
	0,021675	0,000746	0,029598	0,000199
	0,019459	0,000498	0,029680	0,000721
	0,034811	0,000174	0,051717	0,000821
	0,020695	0,000672	0,031726	0,000249
	0,012465	0,000572	0,013479	0,000498
	0,033359	0,002214	0,026419	0,000149
	0,028488	0,000746	0,032259	0,000547
	0,034517	0,000398	0,025727	0,000771
	0,025020	0,000945	0,030480	0,000174
	0,028091	0,000323	0,039168	0,000846
9 – 12	0,063436	0,000224	0,080266	0,001318
	0,057749	0,000348	0,103666	0,001692
	0,050582	0,000398	0,080010	0,001318
	0,071766	0,000373	0,086454	0,000323
	0,062975	0,000871	0,084102	0,001418
	0,064193	0,000224	0,093231	0,000199
	0,067304	0,003930	0,005365	0,000647
	-	-	0,061662	0,000099
	-	-	0,056340	0,000323
	-	-	0,074024	0,000995
		0,092955	0,000448	
		0,097055	0,002960	
12 – 15	0,151415	0,000299	0,146000	0,001542
	0,125300	0,000473	0,117240	0,005348
	0,129193	0,000398	0,147661	0,000423
	0,113195	0,000647	0,145564	0,000398
	0,118381	0,001244	0,089495	0,003756
	0,113012	0,001219	0,099363	0,005398
	0,112158	0,000622	0,116778	0,000149
	-	0,109950	0,001144	

... continua ...

TABELA 7, Cont.

CD (cm)	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>		<i>Eucalyptus urophylla</i>	
	Vt (m ³)	Vc (m ³)	Vt (m ³)	Vc (m ³)
15 – 18	0,214044	0,000597	0,188178	0,000448
	0,177302	0,013333	0,213673	0,010249
	0,167139	0,001965	0,248288	0,013159
	0,169531	0,002065	0,219582	0,000423
	0,193603	0,000622	0,230023	0,009875
	0,194247	0,004229	0,172832	0,001741
	0,195317	0,000821	0,200770	0,001816
	0,170296	0,003010	0,227244	0,011816
	0,155917	0,001816	0,156450	0,011169
	-	-	0,192600	0,002562
18 – 21	0,213842	0,000622	0,273857	0,003607
	0,279726	0,000920	0,330011	0,000871
	0,290153	0,003781	0,302204	0,007463
	0,283527	0,001045	0,211343	0,023184
	0,205224	0,001244	0,320964	0,001219
	0,310768	0,002164	0,323290	0,001020
	0,242058	0,000771	0,288126	0,007239
	0,218722	0,000647	-	-
	0,255775	0,001741	-	-
	0,192133	0,003209	-	-
	0,248114	0,006642	-	-
0,329567	0,001095	-	-	
21 – 24	-	-	0,460306	0,001791
	-	-	0,408792	0,004453
	-	-	0,466963	0,003060
	-	-	0,341470	0,000249
	-	-	0,522286	0,001418
	-	-	0,318738	0,000647
	-	-	0,408718	0,000945
	-	-	0,431931	0,000274
	-	-	0,302501	0,018134

TABELA 8. Equações para estimar o volume consumido (V_c), em m^3 , pelos cupins de cerne, em função do diâmetro à altura do peito (DAP), altura da planta (H) e volume total (Vt) para *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla*, considerando modelos de árvore individual. Minas Gerais, 1999.

Espécie	Variável	Equação	R	R ²	Syx (%)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	DAP	$V_c = e^{(-8,4136+0,1032 \text{ DAP})}$	0,4938	24,39	144,33
	H	$V_c = e^{(-9,3128+0,1223 \text{ H})}$	0,4259	18,14	143,85
	DAP • H	$V_c = e^{(-8,0417+0,0038 \text{ DAP} \cdot \text{H})}$	0,4970	24,70	143,53
	(DAP) ² • H	$V_c = e^{(-7,6722+0,0002 \text{ DAP}_2 \cdot \text{H})}$	0,4887	23,88	144,77
	Vt	$V_c = e^{(-7,6829+4,9901 \text{ Vt})}$	0,4810	23,14	144,50
<i>Eucalyptus urophylla</i>	DAP	$V_c = e^{(-8,7342+0,1378 \text{ DAP})}$	0,4935	24,35	157,90
	H	$V_c = e^{(-10,4331+0,1923 \text{ H})}$	0,4284	18,35	160,07
	DAP • H	$V_c = e^{(-8,0943+0,0046 \text{ DAP} \cdot \text{H})}$	0,4609	21,24	159,48
	(DAP) ² • H	$V_c = e^{(-7,5214+0,0002 \text{ DAP}_2 \cdot \text{H})}$	0,4216	17,78	161,30
	Vt	$V_c = e^{(-7,3765+3,7046 \text{ Vt})}$	0,3635	13,22	164,88

Considerando-se o modelo de árvore individual, o ajuste (R^2) foi baixo e o erro (Syx %) foi alto, sem correlações claras entre o volume consumido e as características dendrométricas da árvore. No entanto, esta mesma análise, feita estruturando-se os dados por classe diamétrica, mostra que à medida que correlaciona-se a média do volume consumido com o valor central da classe de diâmetro, com a média de altura das árvores ou mesmo com a média do volume total, o erro decresce e a correlação aumenta para valores aceitáveis (Tabela 9).

TABELA 9. Equações para estimar o volume consumido (V_c), em m^3 , pelos cupins de cerne, em função do diâmetro à altura do peito (DAP), altura da planta (H) e volume total (V_t) para *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla*, considerando modelos por classe de diâmetro. Minas Gerais, 1999.

Espécie	Variável	Equação	R	R ²	Syx (%)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	DAP	$V_c = e^{(-8,2334+0,1131 \text{ DAP})}$	0,7819	61,14	61,87
	H	$V_c = e^{(-9,6635+0,1561 \text{ H})}$	0,6953	48,34	64,55
	DAP · H	$V_c = e^{(-7,8403+0,0042 \text{ DAP} \cdot \text{H})}$	0,7773	60,42	61,67
	(DAP) ² · H	$V_c = e^{(-7,4396+0,0002 \text{ DAP}_2 \cdot \text{H})}$	0,7803	60,89	65,48
	Vt	$V_c = e^{(-7,4542+5,7525 \text{ Vt})}$	0,7728	59,72	64,97
<i>Eucalyptus urophylla</i>	DAP	$V_c = e^{(-8,4539+0,1583 \text{ DAP})}$	0,8479	71,89	84,71
	H	$V_c = e^{(-12,1271+0,3087 \text{ H})}$	0,9080	82,45	59,19
	DAP · H	$V_c = e^{(-7,8620+0,0058 \text{ DAP} \cdot \text{H})}$	0,8406	70,67	137,39
	(DAP) ² · H	$V_c = e^{(-7,1144+0,0002 \text{ DAP}_2 \cdot \text{H})}$	0,7574	57,37	90,97
	Vt	$V_c = e^{(-7,1259+5,5442 \text{ Vt})}$	0,7518	56,52	93,80

Para a estimativa do volume de madeira consumido pelos cupins de cerne, deve-se empregar as equações que apresentem os maiores coeficiente de correlação (R) e ajuste (R²) entre o volume consumido e a variável analisada em termos médios, como também uma variabilidade baixa, indicada pelo menor valor do erro padrão (Syx %). Portanto, para *E. camaldulensis*, a equação selecionada foi aquela que correlacionou o volume consumido com o diâmetro à altura do peito, $V_c = e^{(-8,2334+0,1131 \text{ DAP})}$, enquanto, para *E. urophylla*, a melhor equação foi a que correlacionou o volume consumido com a altura das plantas, $V_c = e^{(-12,1271+0,3087 \text{ H})}$.

As curvas da estimativa do volume consumido pelos cupins de cerne (Figuras 2 a 6) permitiram verificar que *E. urophylla* apresentou maior perda de madeira ocasionada por esses insetos que *E. camaldulensis*, considerando-se qualquer variável utilizada.

As equações estabelecidas indicaram que existe uma relação direta das dimensões da árvore com o volume consumido, ou seja, quanto maior o DAP, a altura e o volume total, maior será o volume de madeira consumido pelos cupins, pois terão mais cerne, ou seja, mais alimento para os cupins. Nogueira e Souza (1987) já haviam determinado que há uma razão direta do ataque de *C. testaceus* com relação ao aumento dos diâmetros das plantas de eucalipto, sendo que estes resultados vêm enriquecer ainda mais o conhecimento sobre este grupo de insetos.

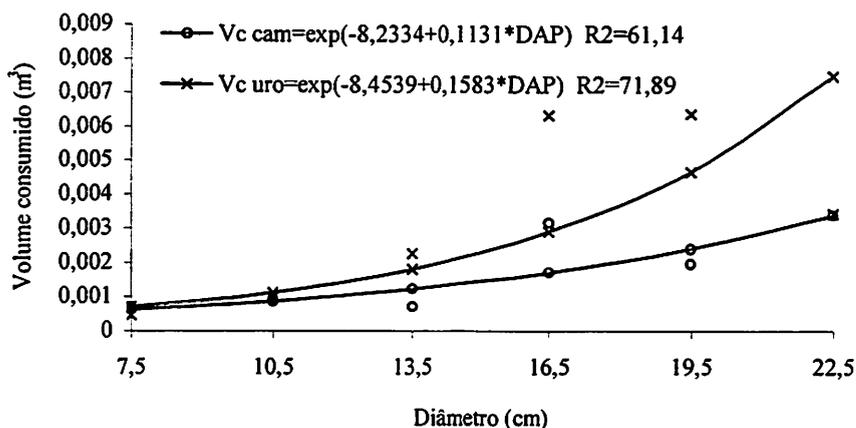


FIGURA 2. Equações para estimar o volume de madeira consumido de *Eucalyptus camaldulensis* ($Vc\ cam$) e de *Eucalyptus urophylla* ($Vc\ uro$) por cupins de cerne, em função do valor central da classe diamétrica (DAP). Minas Gerais, 1999.

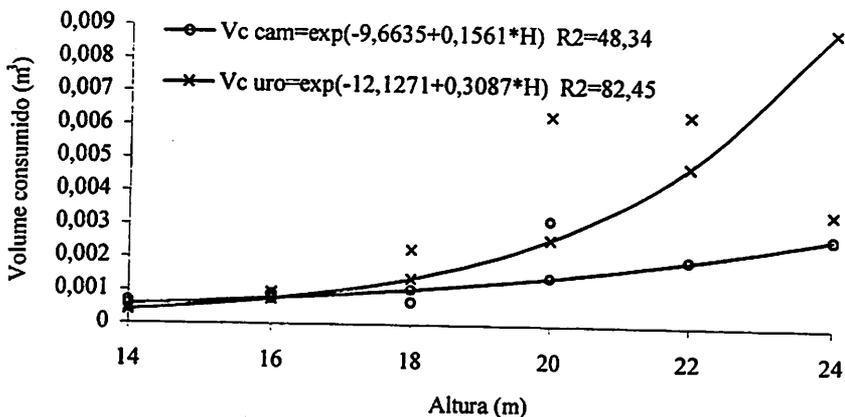


FIGURA 3. Equações para estimar o volume de madeira consumido de *Eucalyptus camaldulensis* (Vc cam) e de *Eucalyptus urophylla* (Vc uro) por cupins de cerne, em função da altura da planta (H). Minas Gerais, 1999.

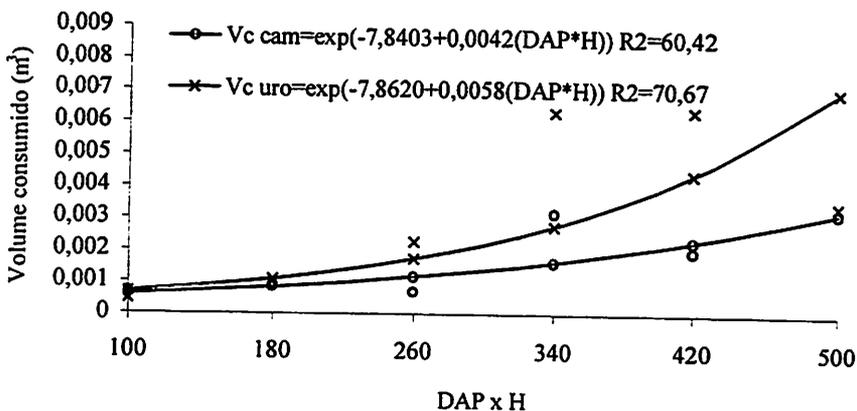


FIGURA 4. Equações para estimar o volume de madeira consumido de *Eucalyptus camaldulensis* (Vc cam) e de *Eucalyptus urophylla* (Vc uro) por cupins de cerne, em função do valor do diâmetro x altura (DAP x H). Minas Gerais, 1999.

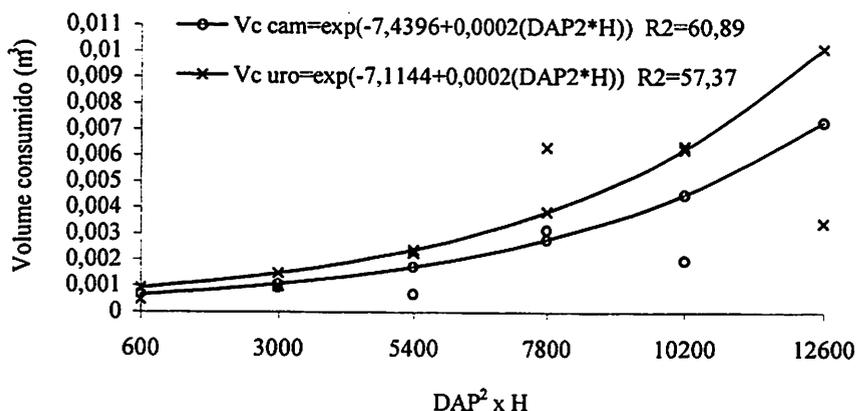


FIGURA 5. Equações para estimar o volume de madeira consumido de *Eucalyptus camaldulensis* (Vc cam) e de *Eucalyptus urophylla* (Vc uro) por cupins de cerne, em função do quadrado do diâmetro x altura da planta ($DAP^2 \times H$). Minas Gerais, 1999.

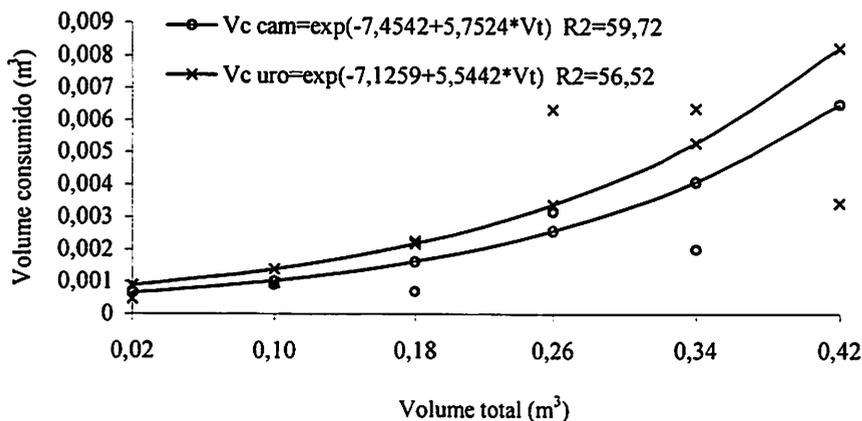


FIGURA 6. Equações para estimar o volume de madeira consumido de *Eucalyptus camaldulensis* (Vc cam) e de *Eucalyptus urophylla* (Vc uro) por cupins de cerne, em função do volume total da planta (Vt). Minas Gerais, 1999.

Com as equações para estimar o volume total das árvores (Tabela 10) e as de volume consumido para cada classe de diâmetro, foi calculada a porcentagem média da perda em volume de madeira pela ação dos cupins de cerne em relação ao volume total das árvores (Tabela 11), a qual foi estimada em 1,05% do volume das árvores de *E. camaldulensis* e em 1,65% do volume de *E. urophylla*. Isto mostra que o volume médio consumido por árvore (em m³) eleva-se com o aumento da classe de diâmetro para as duas espécies de eucalipto.

TABELA 10. Equações para estimar o volume total de madeira (Vt), em função do diâmetro médio das classes diamétricas (DAP) e da altura da planta (H), para árvores de *Eucalyptus camaldulensis* e de *Eucalyptus urophylla*. Minas Gerais, 1999.

Espécie	Equação	R ² (%)	Syx (m ³)
<i>E. camaldulensis</i>	$Vt = -0,037943 + 0,000676 \text{ DAP}^2 + 0,001709 \text{ H}$	99,79	± 0,004180
<i>E. urophylla</i>	$Vt = 0,013179 + 0,000871 \text{ DAP}^2 - 0,002209 \text{ H}$	99,76	± 0,006973

TABELA 11. Estimativa do volume total (Vt) e consumido (Vc) pelos cupins de cerne por classe diamétrica (CD) e altura da planta (H), para as árvores de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla*. Minas Gerais, junho a agosto de 1999.

<i>Eucalyptus camaldulensis</i>				<i>Eucalyptus urophylla</i>			
CD (cm)	Vt (m ³)	Vc (m ³)	Vc (%)	H (m)	Vt (m ³)	Vc (m ³)	Vc (%)
6-9	0,0243	0,0006	2,55	14,65	0,0298	0,0005	1,68
9-12	0,0669	0,0009	1,30	18,20	0,0690	0,0015	2,16
12-15	0,1196	0,0012	1,02	18,65	0,1307	0,0017	1,31
15-18	0,1820	0,0017	0,94	20,72	0,2045	0,0032	1,58
18-21	0,2561	0,0024	0,94	22,78	0,2941	0,0061	2,08
21-24	-	-	-	22,56	0,4043	0,0057	1,41
Total	0,6489	0,0068	1,05		1,1324	0,0187	1,65

Com a distribuição de frequência das árvores atacadas por classe de diâmetro, na região explorada, foi possível extrapolar o volume de madeira consumido em nível de povoamento. Obteve-se uma estimativa do volume de madeira perdido devido ao ataque destes insetos, em m³/ha, considerando-se as médias da porcentagem de infestação encontradas para as duas espécies de eucalipto, no local em que foi conduzido o experimento (município de João Pinheiro, MG), ou seja, 20,4% de infestação para *E. camaldulensis* (Tabela 12) e 25,0% para *E. urophylla* (Tabela 13). Portanto, na região considerada, foi estimada uma perda no volume de madeira de 0,32 m³/ha para *E. camaldulensis* e de 0,65 m³/ha no volume de madeira de *E. urophylla*, especificamente atribuída à ação deste grupo de cupins.

TABELA 12. Estimativa do volume de madeira consumido (m^3/ha) pelo ataque de cupins de cerne em *Eucalyptus camaldulensis*, considerando a distribuição de frequência das árvores atacadas por classe de diâmetro (CD). Minas Gerais, junho a agosto de 1999.

<i>Eucalyptus camaldulensis</i>							
Classe de diâmetro (cm)	Frequência (n° de árvores/ha)		Altura da planta (m)	Volume Total		Volume consumido	
	total	atacadas		($m^3/árv$)	(m^3/ha)	(%)	(m^3/ha)
7,5	450	92	14	0,02	2,20	2,55	0,06
10,5	483	99	16	0,06	6,30	1,30	0,08
13,5	300	61	18	0,12	7,10	1,02	0,07
16,5	300	61	20	0,18	11,03	0,94	0,10
19,5	17	3	22	0,26	0,89	0,94	0,01
Total	-	-	-	0,64	27,53	1,17	0,32

TABELA 13. Estimativa do volume de madeira consumido (m^3/ha) pelo ataque de cupins de cerne em *Eucalyptus urophylla*, considerando a distribuição de frequência das árvores atacadas por classe de diâmetro (CD). Minas Gerais, junho a agosto de 1999.

<i>Eucalyptus urophylla</i>							
Classe de diâmetro (cm)	Frequência (n° de árvores/ha)		Altura da planta (m)	Volume Total		Volume consumido	
	total	atacadas		($m^3/árv$)	(m^3/ha)	(%)	(m^3/ha)
7,5	160	40	14	0,03	1,25	1,68	0,02
10,5	183	46	16	0,07	3,38	2,16	0,07
13,5	423	106	18	0,13	13,98	1,31	0,18
16,5	263	66	20	0,21	13,55	1,58	0,21
19,5	80	20	22	0,30	5,92	2,08	0,12
22,5	23	6	24	0,40	2,31	1,41	0,03
Total	-	-	-	1,14	40,38	1,60	0,65

Avaliação semelhante foi desenvolvida por Santos et al. (1990) nos municípios de João Pinheiro, Bocaiúva e Felixlândia, em Minas Gerais, em plantios de *E. grandis*, cujo dano foi atribuído ao cupim do cerne *C. testaceus*. Porém, a magnitude dos danos encontrados foi maior que a determinada neste trabalho, sendo que os autores encontraram dano total de 3,17 m³/ha para infestação média de 14,4% na região amostrada. Isso pode ter ocorrido devido a esses autores terem cubado apenas 10 plantas em cada região, além de não terem dividido as árvores em classes diamétricas nem terem utilizado a distribuição de suas frequências, podendo ter sido induzidos a selecionar as árvores de diâmetro e dano maiores para realização da cubagem, ou ainda por *E. grandis* ser mesmo mais suscetível a esse tipo de dano.

Fernandes et al. (2000) também estimaram as perdas em volume de madeira em plantios de eucalipto, em Niquelândia, GO, causadas por *Coptotermes* sp., considerando essa espécie como a principal responsável pelo dano ao cerne das plantas. Os dados para essa estimativa foram obtidos em seis datas amostrais com 10 árvores e foi observada a maior perda em *E. citriodora* e a menor em *E. urophylla*, com média de 1,36% por árvore, sendo que a incidência de troncos atacados foi baixa, encontrando-se entre 0,65 e 14,40%, com média de 6,81%. Os autores concluíram que a perda média em volume de madeira/ha devido ao ataque dos cupins foi muito baixa e inferior a 0,1% em todas as parcelas avaliadas.

Inicialmente, foi proposto que o volume consumido aumentaria com o diâmetro das árvores, pois quanto maior o DAP, maior o volume do cerne, conforme proposto por Nogueira e Souza (1987) e confirmado nesse estudo. Visando comparar o volume de madeira consumido entre as duas espécies de eucalipto, foram usados os modelos em função do DAP de cada espécie e testados segundo a análise de Identidade de Modelos, para verificar se estas

diferiam da equação do modelo completo, que considera todas as árvores, independente da espécie. As equações analisadas foram, portanto, as seguintes:

$$E. camaldulensis: V_C = e^{(-8,2334+0,1131 \text{ DAP})}$$

$$E. urophylla: V_C = e^{(-8,4539+0,1583 \text{ DAP})}$$

$$\text{Modelo completo: } V_C = e^{(-8,4912+0,1485 \text{ DAP})}$$

Os modelos por espécie foram semelhantes (Tabela 14) e, portanto, o modelo completo pode ser usado para expressar a intensidade do dano em relação ao diâmetro à altura do peito da árvore, para as duas espécies de eucalipto.

TABELA 14. Análise de variância para teste de igualdade dos modelos das equações do volume consumido pelos cupins de cerne, em função do DAP, para *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla*. Minas Gerais, junho a agosto de 1999.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	F (p = 0,05)
Parâmetros	4	451,76		
Redução (β)	2	451,18		
Redução (H_0)	2	0,57	0,29	0,89 NS
Resíduo	7	2,27	0,32	
Total	11	454,03		

Visando estimar a magnitude do prejuízo causado por essas espécies de cupim, foi feita uma extrapolação para todas as fazendas da V & M Florestal Ltda., com a equação do modelo completo (Tabela 15), obtendo-se uma perda média de madeira da ordem de 0,47 m³/ha para as espécies avaliadas. Considerando que o valor do m³ da madeira em pé de eucalipto encontra-se, atualmente, por volta de U\$ 6,00 (valor fornecido pela V & M Florestal Ltda.), este consumo representa um prejuízo de U\$ 2,82/ha ao final de cada ciclo. Como a área explorada anualmente pela empresa é de aproximadamente 14.000 ha, supondo-se a exploração de somente *E. camaldulensis* e *E. urophylla* em solos arenosos, o volume de madeira perdido em função do ataque desses insetos chega a atingir 6.580,00 m³/ano, o que representa um prejuízo em torno de U\$ 39.480,00/ano.

TABELA 15. Estimativa do volume consumido por cupins de cerne, considerando a equação do modelo completo (independente da espécie de eucalipto) e média do volume total produzido pelas duas espécies de eucalipto. Minas Gerais, junho a agosto de 1999.

CD (cm)	Volume total		Volume consumido		
	(m ³ /árv)	(m ³ /ha)	(m ³ /árv)	(%)	(m ³ /ha)
7,5	0,0276	1,73	0,0006	2,17	0,04
10,5	0,0689	4,84	0,0010	1,45	0,07
13,5	0,1241	10,54	0,0015	1,21	0,13
16,5	0,1932	12,29	0,0024	1,24	0,15
19,5	0,2762	3,40	0,0037	1,34	0,05
22,5	0,4011	2,31	0,0058	1,45	0,03
Total	1,0911	35,11	0,0150	1,34	0,47

Como ainda não existe nenhum método eficiente de controle de cupins de cerne, infelizmente não foi possível determinar o nível de dano econômico, pois não se conhece o custo de seu controle. Além do dano direto à produção de madeira, ainda não se tem conhecimento do efeito do ataque sobre a brotação das cepas danificadas para a formação do próximo povoamento, o que pode acarretar falhas para o segundo corte e até mesmo, em alguns casos, tornar o terceiro corte inviável, elevando ainda mais este prejuízo. Estudos complementares devem ser realizados para verificar a taxa de reinfestação nos ciclos subsequentes.

Outro problema relacionado ao dano ao cerne de eucalipto, considerando a tendência atual das empresas de reflorestamento de empregar a madeira para outros fins (utilização multivariada da madeira), é o efeito do ataque desses insetos sobre a qualidade da madeira destinada à serraria. Para este uso, qualquer dano ao cerne causado por cupins pode inviabilizar a parte afetada, sendo mais prejudicial quanto maior a altura da injúria na árvore. Neste estudo, a altura média da injúria verificada em plantas da última classe de diâmetro foi de 2,02 m para *E. camaldulensis* e 2,35 m para *E. urophylla*, destacando-se que foi encontrada uma injúria que atingiu 8,11 m de altura no cerne de uma árvore de *E. urophylla* da classe de 15 a 18 cm de DAP. Além disso, essas alturas foram observadas em plantas com 6 a 7 anos de idade, destinadas à produção de carvão, sendo que, para utilização da madeira em serraria, as plantas precisam permanecer mais alguns anos no campo para atingir maior crescimento e, conforme foi determinado, quanto maior o DAP, a altura da planta e o seu volume, maior é o volume consumido pelos cupins de cerne. Portanto, na época da colheita, fatalmente haverá grande descarte de madeira destinada à serraria em áreas onde a ocorrência de cupins de cerne já tenha sido diagnosticada.

Outro aspecto relevante é que a região do cerne afetada constitui a madeira mais nobre, pois é a região basal que apresenta os maiores diâmetros.

Sugere-se a condução de experimentos visando a determinação do volume de madeira destinada à serraria que é descartado devido à ação desses cupins.

5.3 Efeito do dano causado por cupins de cerne sobre o volume de carvão

O peso da lenha e o volume de lenha e de carvão encontram-se na Tabela 16.

Embora o peso da lenha sem dano tenha sido maior, o volume de lenha foi semelhante entre os dois tratamentos. Considerando que a madeira proveniente dos tratamentos possuía teores de umidade semelhantes, pois o corte foi realizado na mesma época, permanecendo, portanto, igual período no campo para secagem, a diferença encontrada no peso da lenha não se refletiu no seu volume, talvez porque este foi medido externamente e, apesar da lenha danificada apresentar-se oca, o volume da injúria foi considerado como volume efetivo de madeira. Também não foi encontrada diferença no volume de carvão produzido, indicando que a quantidade de madeira consumida pelos cupins de cerne foi irrisória e insuficiente para afetar esse parâmetro, neste trabalho.

TABELA 16. Peso e volume médios da lenha enfiada e volume médio do carvão produzido de *Eucalyptus urophylla* na carbonização de madeira com e sem dano causado por cupins de cerne. Minas Gerais, 1999.

Estado da lenha*	Peso (kg)		Volume	
	Lenha	Lenha (st)	Carvão (mdc)	
sem dano	26.182,47 a	37,20 a	23,23 a	
com dano	21.029,80 b	38,00 a	23,60 a	

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste T ($p \leq 0,05$).

Embora a maioria dos inventários florestais seja feita visando estimar o volume, quando o objetivo é a produção de carvão vegetal, é preferível conhecer o peso ou a massa de madeira a carbonizar, e não o volume. Isto é necessário, pois as estimativas de volume não permitem uma análise adequada da massa de carvão (Lopes, 1996). Isto foi confirmado por Valente e Vital (1985) quando compararam espécies de eucalipto de densidades diferentes, pois aquelas de menor incremento volumétrico podem, às vezes, produzir a mesma quantidade, em toneladas de madeira, que outras de maior incremento volumétrico. O manejador de florestas para fins energéticos precisa analisar a produção de madeira não só pelo lado do incremento volumétrico, mas também pela qualidade do material produzido.

Além disso, o volume de carvão inclui os espaços vazios entre seus blocos, o que pode acabar, também, afetando o rendimento final, pois diferentes granulometrias resultarão em diferentes quantidades de carvão (Lopes, 1996). Trabalhando com a variável massa, este problema de quantificação da produção de carvão fica mais facilmente contornado.

Por essas razões, sugere-se, em trabalhos futuros, que o peso do carvão também seja determinado para a análise quantitativa dos tratamentos, visando analisar o efeito do ataque de cupins de cerne sobre a produção de carvão. Para esse tipo de avaliação, o ideal seria carbonizar amostras (discos de madeira) em laboratório, o que permite maior controle das condições de carbonização, inclusive com a comparação das amostras com base no mesmo peso seco. Além disso, propõe-se que sejam feitos estudos sobre a qualidade do carvão proveniente de madeira danificada por cupins de cerne, incluindo a análise de características qualitativas do carvão, como densidade aparente, granulometria, porosidade, teores de umidade, de carbono fixo, de compostos voláteis e de cinzas.

De modo geral, o ataque de cupins de cerne foi mais intenso em solos arenosos e variou de acordo com a espécie de eucalipto, sendo que o dano pode estar sendo causado por mais de uma espécie de cupim. O volume de madeira de eucalipto consumido por esses insetos foi melhor estimado quando as árvores foram agrupadas em classes de diâmetro, sendo definido que quanto maior o DAP, a altura da planta e o seu volume, maior a perda ocasionada por esses cupins, atingindo 0,32 m³/ha em plantios de *E. camaldulensis* e 0,65 m³/ha para *E. urophylla*. O volume de carvão oriundo de madeira desta última espécie, danificada por cupins de cerne, não diferiu do volume de carvão originário de madeira sem dano, apesar do peso da lenha atacada pelos cupins ter sido inferior ao peso daquela sem ataque. Entretanto, apesar da pequena redução no volume de madeira e nenhum efeito sobre o volume de carvão encontrados neste trabalho, novas pesquisas devem ser conduzidas, pois vários outros aspectos relacionados aos cupins de cerne ainda precisam ser esclarecidos.

6 CONCLUSÕES

- A taxa de infestação por cupins de cerne é influenciada pela espécie de eucalipto.
- A infestação por este grupo de cupins em áreas de reflorestamento com eucalipto é mais intensa em solos arenosos que nos argilosos.
- Dados agrupados por classe de diâmetro produzem melhor estimativa do volume de madeira consumido por cupins de cerne do que os dados analisados por árvore individual.
- Quanto maior o diâmetro, a altura ou o volume da árvore, maior será o volume de madeira consumido pelos cupins de cerne.
- Não há diferença entre *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla* com relação ao volume de madeira consumido pelos cupins de cerne.
- Não foram encontradas evidências de que o ataque de cupins ao cerne de *Eucalyptus urophylla* exerce influência sobre o volume de carvão produzido.
- Pode-se admitir um custo de até US\$ 2,82/ha no manejo de cupins de cerne em reflorestamentos de *Eucalyptus* spp., caso houvesse algum método eficiente de controle.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANJOS, N. dos; SANTOS, G.P.; ZANUNCIO, J.C. Pragas do eucalipto e seu controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 141, p. 53, set. 1986.
- CAIXETA, R.P. **Propriedades da madeira de *Eucalyptus*: classificação e seleção de genótipos utilizando marcador molecular e análise multivariada**. Lavras: UFLA, 2000. 89 p. (Dissertação – Mestrado em Tecnologia da Madeira).
- CARMO, A.P.T. **Avaliação de algumas propriedades da madeira de seis espécies de eucalipto**. Viçosa: UFV, 1996. 74 p. (Dissertação – Mestrado em Ciência Florestal).
- DEMUNER, B.J.; BERTOLUCCI, F.L.G. Seleção florestal: uma nova abordagem a partir de estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para características da madeira e de polpa de eucalipto. In: CONGRESSO ANUAL DA ABTCP, 26., 1991, São Paulo, SP. **Anais ...** São Paulo, SP: ABTCP, 1993. p. 411-423.
- DIEHL-FLEIG, E.; CASTILHOS-FORTES, R. de; SILVA, M.E. O problema de cupins no Rio Grande do Sul. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, R.L. (eds). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 53-56.
- FERNANDES, P.M.; FARDIN, A.E.; FORLIN, A.; CZEPAK, C. Wood loss in eucalyptus plantations by *Coptotermes* sp. (Isoptera: Rhinotermitidae) in Goiás-Brazil. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21., 2000, Foz do Iguassu, Brazil. **Abstracts ...** Londrina, PR: Embrapa Soja, 2000. p. 484. (Embrapa Soja. Documentos, 143).
- FOELKEL, C.; MORA, E.; MENOCELLI, S. Densidade básica: sua verdadeira utilidade como índice de qualidade da madeira de eucalipto para a produção de celulose. **O Papel**, São Paulo, v. 53, n. 5, p. 35-40, maio 1992.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.;

- ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D. **Manual de entomologia agrícola**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 649 p.
- GARCIA, S.L.R. **Importância de características de crescimento, de qualidade da madeira e da polpa na diversidade genética de clones de eucalipto**. Viçosa: UFV, 1998. 103 p. (Dissertação – Mestrado em Ciência Florestal).
- GRAYBILL, F.A. **Theory and application of the linear model**. Massachussets: Duxburt Press, 1976. 704 p.
- LEE, K.E.; WOOD, T.G. **Termites and soils**. New York: Academic Press, 1971. 251 p.
- LOPES, C.R.G. **Produção de madeira e carvão em plantações de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus cloeziana***. Viçosa, UFV, 1996. 92 p. (Dissertação – Mestrado em Ciência Florestal).
- MILL, A.E. Termites as agricultural pest in Amazonia, Brazil. **Outlook on Agricultural**, Washington, v. 21, n. 1, p. 41-46, 1992.
- NAIR, K.S.S.; VARMA, R.V. Some ecological aspects of the termite problem in young eucalypt plantations in Kerala, India. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 12, p. 287-303, 1985.
- NOGUEIRA, S.B.; SOUZA, A.J. de. “Cupim do cerne”, *Coptotermes testaceus* (Isoptera: Rhinotermitidae), uma praga séria para eucaliptos nos cerrados. **Brasil Florestal**, Brasília, v. 14, n. 61, p. 27-29, jul./set. 1987.
- PETTERSEN, R.C. The chemical composition of wood. In: ROWELL R. (ed.). **The chemistry of solid wood**. Washington: American Chemical Society, 1984. p. 54-126.
- SANTOS, G.P.; ZANUNCIO, J.C.; ANJOS, N. dos; ZANUNCIO, T.V. Danos em povoamentos de *Eucalyptus grandis* pelo cupim de cerne *Coptotermes testaceus* Linneé, 1785 (Isoptera: Rhinotermitidae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 14, n. 2, p. 155-163, jul./dez. 1990.
- SCOLFORO, J.R.S.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Biometria florestal: medição e volumetria de árvores florestais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 310 p.

- SOGABE, A.; KINJO, K.; ABE, F.; YAMAUCHI, T.; YAGA, S. Termiticidal substances from the heartwood of *Cryptomeria japonica* D. Don. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21., 2000, Foz do Iguassu, Brazil. **Abstracts ...** Londrina, PR: Embrapa Soja, 2000. p. 896. (Embrapa Soja. Documentos, 143).
- SOUZA, A.P.; DELLA LUCIA, R.M.; RESENDE, G.C. Estudo da densidade básica da madeira de *Eucalyptus microcorys* F. Muell cultivado na região de Dionísio, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 3, n. 1, p. 16-27, jan./jun. 1979.
- VALENTE, O.F.; VITAL, B.R. **A densidade da madeira e a produtividade em carvão vegetal**. Viçosa, MG: SIF, 1985. 6 p. (Informativo SIF, 1).
- WARDELL, D.A. Control of termites in nurseries and young plantations in Africa: established practices and alternative courses of action. **Commonwealth Forest Review**, Oxford, v. 66, n. 1, p. 77-89, 1987.