ESTUDO DE MÉTODOS ALEATÓRIO E DE DISTÂNCIAS PARA AMOSTRAGEM DE FORMIGAS CORTADEIRAS EM EUCALIPTAIS

MARCELO DE ALMEIDA REIS

2005

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

MARCELO DE ALMEIDA REIS

ESTUDO DE MÉTODOS ALEATÓRIO E DE DISTÂNCIAS PARA AMOSTRAGEM DE FORMIGAS CORTADEIRAS EM EUCALIPTAIS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador
Dr. Ronald Zanetti Bonetti Filho

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2005

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

Reis, Marcelo de Almeida.
Estudo de métodos aleatório e de distâncias para amostragem de formigas cortadeiras em eucaliptais / Marcelo de Almeida Reis. -- Lavras : UFLA, 2005.
55 p. : il.

Orientador: Ronald Zanetti Bonetti Filho
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Amostragem. 2. Formigas cortadeiras. 3. Eucaliptos. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-595.796
-634.97342

MARCELO DE ALMEIDA REIS

ESTUDO DE MÉTODOS ALEATÓRIO E DE DISTÂNCIAS PARA AMOSTRAGEM DE FORMIGAS CORTADEIRAS EM EUCALIPTAIS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 24 de fevereiro de 2005

Prof. Dr. José Roberto Soares Scolforo UFLA

Prof. Dr. Geraldo Andrade Carvalho UFLA

Prof. Dr. Ronald Zanetti Bonetti Filho
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2005

A minha esposa Janaine, pelo carinho e companheirismo.
A minha filha Giovana, que é a minha vida.

DEDICO

Aos meus pais, irmãos, sogro, sogra, cunhadas e cunhados.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar meu caminho.

À UFLA (Universidade Federal de Lavras) e ao Departamento de Entomologia, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Cientifico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

À Celulose Nipo-Brasileira S.A. (Cenibra), pelos recursos e áreas disponibilizados para realização do projeto.

Ao professor Dr. Ronald Zanetti, pela orientação, amizade, dedicação e compreensão.

Ao professor Dr. José Roberto Soares Scolforo, pela co-orientação.

Ao professor Dr. Geraldo Andrade Carvalho, pela ajuda e incentivos durante os anos de trabalho juntos.

A Alex Medeiros, funcionário da Cenibra pela sua contribuição.

A colega Maria Zélia Ferreira pela sua ajuda, que foi de suma importância para realização deste trabalho.

A Lúcia Mendonça, pelo convívio diário e pela ajuda nas análises estatísticas.

Aos colegas de curso, professores e funcionários que, de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

Página

RESUMO..... i
ABSTRACT..... ii
1 INTRODUÇÃO..... 1
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO..... 3
2.1 Importância da eucaliptocultura..... 3
2.2 Importância das formigas cortadeiras..... 4
2.3 Distribuição espacial das formigas cortadeiras..... 6
2.4 Métodos de amostragem de formigas cortadeiras..... 8
2.5 Método de amostragem por quadrantes..... 11
3 MATERIAL E MÉTODOS..... 17
3.1 Caracterização da área experimental..... 17
3.2 Coleta de dados..... 17
3.3 Determinação da distribuição espacial dos ninhos..... 19
3.4 Desenvolvimento do plano de amostragem pelo método de parcelas 20
3.5 Desenvolvimento do plano de amostragem pelo método de transectos em faixas..... 21
3.6 Comparação dos estimadores de densidade entre os métodos de transectos em faixas e em linhas..... 22
3.7 Desenvolvimento do plano de amostragem pelo método de quadrantes..... 23
3.8 Validação do melhor plano de amostragem pelo método de transectos..... 26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 27
4.1 Determinação da distribuição espacial dos ninhos..... 27
4.2 Desenvolvimento do plano de amostragem pelo método de parcelas..... 33
4.3 Desenvolvimento do plano de amostragem pelo método de transectos em faixas..... 36
4.4 Comparação dos estimadores de densidade entre os métodos de transectos em faixas e em linhas..... 38
4.5 Desenvolvimento do plano de amostragem pelo método de quadrantes 39

4.6 Validação do método de transecto em faixa com estimador de Área Proporcional..... 42
5 CONCLUSÕES..... 47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 48

RESUMO

REIS, Marcelo de Almeida. **Estudo de métodos aleatório e de distâncias para amostragem de formigas cortadeiras em eucaliptais.** Lavras: UFLA, 2005. 55 p. (Dissertação - Mestrado em Entomologia).*

O presente trabalho foi realizado em eucaliptais da Celulose Nipo-Brasileira S.A., no município de Belo Oriente, Vale do Rio Doce, Minas Gerais, sob domínio da Mata Atlântica, no período de janeiro a março de 2002, em cinco talhões de *Eucalyptus* spp., totalizando 160,22ha. O objetivo foi desenvolver planos de amostragem para formigas cortadeiras em eucaliptais localizados em áreas de relevo acidentado da Mata Atlântica, determinando a distribuição espacial dos ninhos nessas áreas; ajustando planos de amostragem pelos métodos de parcelas ao acaso, de transectos em faixas e de quadrantes; e determinando o melhor estimador de densidade populacional de formigueiros para os métodos de transectos em faixa, em linha e em quadrantes. Os talhões foram divididos em unidades amostrais contíguas de duas entrelinhas de largura por uma entre planta de comprimento. Em cada amostra, os formigueiros foram localizados, identificados, medidos e mapeados, por meio de um caminhamento total (censo). Foram gerados mapas com a localização dos ninhos e das árvores nos talhões, que serviram para a simulação dos planos. Concluiu-se que a distribuição espacial dos formigueiros na região estudada é ao acaso; o tamanho ótimo da parcela para representar a área de formigueiros é de 420m^2 e para representar a densidade é de 160m^2; a distância ótima entre os transectos em faixas é de 96 m, lançados a partir da terceira de plantio; o uso operacional desse plano apresentou erro de apenas 10,09%, indicando que o modelo está validado para a região; a estimativa da densidade de ninhos de formigas cortadeiras pelo estimador de Área Proporcional, usando transectos em faixa, é mais precisa do que pelo estimador Cottan&Curtis, usando transectos em linha; os planos de amostragem por quadrantes considerando blocos de mesmo alinhamento de plantio são menos precisos do que os que não consideram esses blocos; a estimativa da densidade de ninhos de formigas cortadeiras pelo estimador de Pollard apresenta maior exatidão do que pelo estimador Cottan&Curtis para o método de quadrantes; e os métodos de amostragem utilizando quadrantes por talhão com o estimador de Pollard e transecto em faixa com estimador de Área Proporcional são adequados para utilização em programa de monitoramento na região de estudo.

---

* Comitê Orientador: Ronald Zanetti Bonetti Filho – UFLA (Orientador); José Roberto Soares Scolforo – UFLA (Co-orientador)

ABSTRACT

REIS, Marcelo de Almeida. **An study of random and distance methods for leaf-cutting ants sampling in the eucalyptus plantations.** Lavras: UFLA, 2005. 55 p. (Dissertation – Master in Entomology).*

The present work was accomplished in eucalyptus plantations of Celulose Nipo-Brasileira S.A., in the municipality of Belo Oriente, Vale do Rio Doce, Minas Gerais, under the domain of the Mata Atlântica, in the period of January to March of 2002, in five *Eucalyptus* spp. stands, amounting to 160.22ha. The objective was to develop sampling plans for leaf-cutting ants on eucalyptus plantations situated in areas of irregular relieves of the Mata Atlântica, by determining the spatial distribution of the nests in those areas; by fitting sampling plans by the methods of randomized plot, of strip transects, of line transects and of quadrant and determining the best estimator of population density of ant nests for the methods of strip transects and quadrant. The stands were divided into contiguous sampling units of two interrows in breadth by one interplant in length. In each sample, the ant nests were located, identified, measured and mapped. The data were plotted in maps of the nests, which served for the simulation of the plans. It was concluded that the spatial distribution of the ant nests in the studied region is at random; the optimum size of sample to represent the area of ant nests is of 420m^2 and to represent the density is of 160m^2; the optimum distance between the strip transects is of 96m, starting from the planting third one, the operational use of that plan presented error of only 10.09%, indicating that the model is validated for the region; the estimate of leaf-cutting ant nests density by the Proportional Area estimator for the strip transects is more accurate than by the Cottan&Curtis estimator, for the line transects; the sampling plans by quadrant taking into consideration blocks of the same planting alignment are less accurate than the ones which do not take into account those blocks; the estimate of the density of leaf-cutting ant nests by the Pollard estimator presents greater accuracy than by the Cottan&Curtis estimator for the quadrant method; and the sampling methods by utilizing quadrants per stand with the Pollard estimator and strip transect with Proportional Area estimator are adequate for utilization in monitoring programs in the region under study.

---

* Guidance Committee: Ronald Zanetti Bonetti Filho – UFLA (Adviser); José Roberto Soares Scolforo – UFLA (Co-adviser)

1 INTRODUÇÃO

A eucaliptocultura brasileira tem demonstrado ser uma das mais produtivas, avançadas e competitivas do mundo (Torres, 1996), porém os plantios extensos e homogêneos vêm favorecendo o surgimento de insetos-praga, destacando-se as formigas cortadeiras e as lagartas desfolhadoras, seguidos pelos cupins (Zanuncio, 1993).

As formigas cortadeiras *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 e *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) são consideradas pragas de grande importância na agricultura e silvicultura brasileira, causando danos principalmente nos reflorestamentos com *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. (Forti et al., 2000). Elas causam prejuízos de até 100% da produção dependendo da idade da planta, devido a ataques intensos e constantes às plantas em todas as suas fases de desenvolvimento, sendo que, quando o ataque ocorre na fase inicial do plantio, as perdas por esses insetos podem ser irreversíveis (Anjos et al., 1993); plantios com idades mais avançadas podem ter a produção de madeira afetada dependendo do tamanho e da densidade dos formigueiros (Zanetti et al., 2000a).

Os problemas causados pelas formigas cortadeiras em áreas de reflorestamentos têm sido abordados pela implementação de programas de manejo integrado dessas pragas. Um dos grandes desafios para implementar esses programas é a determinação dos métodos de amostragem que representem os níveis reais de infestação desses insetos nos talhões de eucalipto (Sossai, 2001). Por isso, são necessárias pesquisas que permitam o desenvolvimento de metodologias de avaliação populacional desses insetos-praga.

Este trabalho teve como objetivo geral desenvolver planos de amostragem para formigas cortadeiras em reflorestamentos de eucaliptos localizados em áreas de relevo acidentado da Mata Atlântica e seus objetivos específicos foram:

1) Determinar a distribuição espacial dos formigueiros nessas áreas. A hipótese testada foi a de que os ninhos de formigas cortadeiras se distribuem ao acaso em eucaliptais manejados:
    a. H_0: $F_{obs} = F_{esp}$ (Freqüência observada e esperada dos ninhos)
2) Desenvolver planos de amostragem pelos métodos de parcelas ao acaso, de transectos em faixas e de quadrantes para a região. A hipótese testada foi de que a estimativa da densidade de ninhos de formigas cortadeiras (DP) pelos métodos testados não difere do censo populacional:
    a. H_0: $DP_{censo} = DP_{parcela} = DP_{transecto} = DP_{quadrante}$
3) Determinar o melhor estimador de densidade populacional de formigueiros para os métodos de transectos em faixa e em linhas. A hipótese testada foi:
    a. A estimativa da densidade de ninhos de formigas cortadeiras pelo estimador de Área Proporcional para o método de transectos em faixa é semelhante a do estimador Cottan&Curtis para o método de transectos em linha:
        i. H_0: $DP_{censo} = DP_{Área\ Proporcional} = DP_{Cottan\&Curtis}$
4) Determinar o melhor estimador de densidade populacional de formigueiros para o método de quadrantes. A hipótese testada foi:
    a. A estimativa da densidade de ninhos de formigas cortadeiras pelo estimador de Pollard é semelhante a do estimador Cottan&Curtis para o método de quadrantes:
        i. H_0: $DP_{censo} = DP_{Pollard} = DP_{Cottan\&Curtis}$
5) Validar o melhor plano de amostragem pelo método de transectos.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da eucaliptocultura

O *Eucalyptus* spp. é uma essência florestal proveniente da Austrália que encontrou condições favoráveis de clima e solo no Brasil, permitindo ótima adaptação e rápido crescimento (Amaral-Castro, 2000). É a essência mais utilizada em programas de reflorestamento no Brasil, o seu cultivo um dos mais avançados, produtivos e competitivos do mundo e é utilizado principalmente na produção de chapas, painéis, carvão vegetal, celulose, papel e madeira (Torres, 1996).

O Brasil é um dos países com maior área plantada com florestas de rápido crescimento, especialmente com espécies do gênero *Pinus,* com 1,8 milhão de ha, e *Eucalyptus,* com 2,9 milhões de ha. A área total reflorestada no ano de 2001 pelo setor de celulose e papel em São Paulo, Bahia e Minas Gerais foi de 275.841, 202.515 e 142.898ha, respectivamente, sendo estes os principais estados produtores de eucalipto (SBS, 2001). A produção brasileira em 2002 foi de nove milhões de toneladas de celulose e 7,9 milhões de toneladas de papel (Bracelpa, 2003).

O estado de Minas Gerais é o principal produtor de carvão de silvicultura, sendo responsável por 74% da produção nacional (IBGE, 2002).

No Brasil, grandes áreas foram plantadas com florestas de eucalipto a partir da década de sessenta, cuja exploração nacional visa satisfazer a demanda de madeira para diversos fins (Amaral-Castro, 2000). No entanto, plantios extensos e homogêneos favorecem o surgimento de insetos-praga, destacando-se lagartas desfolhadoras (Zanuncio et al., 1998; Zanuncio et al., 2001; Zanuncio et al., 2003a), cupins (Moraes et al., 2002; Amaral-Castro et al., 2004; Zanetti et al., 2005) e formigas cortadeiras, que são consideradas as maiores pragas dos

eucaliptais no Brasil (Zanetti et al., 2000a; Zanuncio et al., 2002; Zanetti et al., 2003c).

2.2 Importância das formigas cortadeiras

As formigas cortadeiras, que incluem as saúvas e as quenquéns, são consideradas as pragas mais importantes dos reflorestamentos brasileiros por causarem prejuízos consideráveis, devidos a ataques intensos e constantes às plantas em todas a suas fases de desenvolvimento (Anjos et al., 1993), sendo responsáveis por mais de 75% dos custos e do tempo total gasto no controle de pragas em empresas reflorestadoras (Vilela, 1986). Seus ninhos são subterrâneos e, por isso, torna-se difícil o seu controle (Mariconi, 1970). O controle das formigas cortadeiras representava um investimento de 30% do custo da floresta ao final do terceiro ciclo (Alípio, 1989). Mas hoje, com o avanço da tecnologia esses mesmo custo é menor.

Na fase inicial do plantio, as perdas por esses insetos podem ser irreversíveis, pela fragilidade das mudas. Mudas recém-plantadas de eucalipto em terrenos infestados por formigas não têm qualquer chance de sobrevivência (Anjos et al., 1993). Plantios em idades mais avançadas podem ter a produção de madeira afetada pelo tamanho e pela densidade dos formigueiros (Zanetti et al., 2000c).

Os prejuízos causados pelas formigas cortadeiras não se limitam apenas aos gastos com o seu controle, mas incluem custos com defensivos químicos e mão-de-obra para aplicação e vistoria. As formigas cortadeiras também são responsáveis pela redução da produtividade do material lenhoso, ocasionada pela desfolha das plantas (Caldeira, 2002). O ataque de formigas cortadeiras pode deixar as plantas injuriadas menos resistentes e torná-las mais suscetíveis ao ataque de outras pragas e de doenças (Ferreira, 1989).

Estudos dos prejuízos causados por formigas cortadeiras em plantios de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* spp. relatam que 5% dos plantios de *Eucalyptus* spp., com seis anos de idade, e 10% dos de *Pinus* sp., com oito anos de idade, podem ser mortos por um único sauveiro adulto, a cada ano (Amante, 1967).

Os danos causados pelas formigas cortadeiras são maiores em plantios de um a três anos de idade e o desfolhamento total retarda o crescimento da árvore; dois desfolhamentos totais consecutivos normalmente acarretam a sua morte (Lewis & Norton, 1973). Segundo Mendes Filho (1979), árvores de *Eucalyptus* spp. totalmente desfolhadas por três vezes consecutivas poderão morrer porque um formigueiro adulto necessita, para sua manutenção, de uma tonelada de folhas, ou seja, 80 árvores por ano.

A redução no incremento volumétrico anual de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maid. foi de 78,95% quando as árvores foram desfolhadas 100% (Freitas, 1988). Esta mesma porcentagem de desfolha foi responsável por uma redução de 45,5% na produção individual de madeira de *Eucalyptus grandis*, conforme relataram Freitas & Berti Filho (1994). No entanto, para Oliveira (1996), desfolhas de 100% em árvores de *Eucalyptus grandis* de seis meses de idade resultam numa redução de 13% na produção do povoamento aos sete anos.

De acordo com estudos realizados na região de cerrado de João Pinheiro, Minas Gerais, verificou-se que a porcentagem de redução no volume de madeira para cada incremento unitário na densidade de formigueiros de área igual a 2,76 m^2 de terra solta/ha é de 0,87% para as espécies de eucalipto em geral; de 0,68% para *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh; de 3,26% para *Eucalyptus citriodora* Hook.; e de 1,78% para *Eucalyptus tereticornis* Sm.; já as espécies *Eucalyptus cloeziana* F. Muell e *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake não sofreram efeito da densidade de formigueiros (Zanetti et al., 2003c).

A incidência de formigas cortadeiras em áreas de reflorestamentos levou a uma intensificação da busca de produtos e métodos de controle mais eficientes,

de menor custo e menos agressivos ao meio ambiente (Zanuncio et al., 1996). Para isto, as empresas reflorestadoras têm buscado alternativas com desenvolvimento de programas de manejo integrado dessas pragas (Anjos et al., 1993).

O manejo integrado de pragas é uma filosofia de controle de pragas que procura preservar e incrementar os fatores de mortalidade natural, através do uso integrado de todas as técnicas de combate possíveis, selecionadas com base em parâmetros econômicos, ecológicos e sociológicos, e está fundamentado na avaliação constante da praga-alvo e de seus inimigos naturais, bem como do ambiente onde estão inseridos (Crocomo, 1990).

O manejo integrado de formigas cortadeiras baseia-se na manutenção de níveis de infestação por saúvas em áreas reflorestadas abaixo daquele considerado como causador de dano econômico, não sendo necessário, portanto, promover a erradicação de todos os ninhos nessas áreas (Anjos et al., 1993). Dessa forma, o monitoramento das populações de formigas cortadeiras é imprescindível para a correta condução de manejo dessa praga (Zanetti, 1998).

No entanto, um dos grandes desafios para implementar programas de manejo integrado de formigas cortadeiras é a determinação da forma de amostragem que represente os níveis reais de infestação desses insetos nos talhões de eucalipto (Sossai, 2001).

2.3 Distribuição espacial das formigas cortadeiras

O sucesso de uma colônia de formigas depende do local em que ela é estabelecida (Bernstein & Gobbel, 1979). Diversos fatores bióticos e abióticos determinam os locais favoráveis para o estabelecimento de colônias, controlando a sua distribuição: exposição ao sol, umidade, altitude (Doncaster, 1981) e disponibilidade de alimento e de locais para nidificação (Levings, 1983).

A distribuição espacial dos ninhos de formigas cortadeiras refere-se à forma como eles se distribuem no campo, sendo que a determinação prévia dos organismos é importante no estabelecimento do plano de amostragem. Podendo ser ao acaso, quando os organismos ocorrem de maneira inteiramente casualizada (Poisson); agregada, quando os organismos tendem a se reunir em grupos (binomial negativa) e regular, quando os organismos estão uniformemente distribuídos em uma população (binomial positiva) (Silveira Neto et al., 1976).

A distribuição espacial de formigueiros ocorre normalmente ao acaso, em áreas com baixas densidades de ninhos desses insetos, e é mais regular em locais com altas densidades dos mesmos (Waloff & Blackwith, 1962). O padrão de distribuição de ninhos mais freqüentemente observado entre as formigas é o uniforme (Bernstein & Gobbel, 1979).

A distribuição aleatória dos ninhos ocorre quando as condições ambientais são semelhantes em qualquer ponto no espaço e a presença de um organismo não interfere na de outro; então, a detecção de uma distribuição aleatória indica uma inexistente ou reduzida interação das formigas entre si e destas com o meio ambiente (Begon et al., 1996).

A distribuição espacial de indivíduos e de ninhos de *Atta* spp. e *Acromyrmex* spp. é característica de suas populações (Fowler et al., 1985), tornando-se importante no estudo do comportamento dessas espécies (Clark & Evans, 1954 e 1955).

O sucesso da colonização de um habitat, que influenciará o tipo de distribuição espacial dos ninhos de formigas, é determinado pelas suas características físicas, como o teor de argila e a profundidade da camada do solo (Fowler & Robinson, 1977).

Para Silveira Neto et al. (1976), dificilmente os insetos se distribuem uniformemente na área, sendo mais comum a formação de agregações em

determinados pontos. Um padrão de distribuição regular pode ocorrer se os membros de uma população forem tão abundantes que entrem em competição, uns com os outros, pelo espaço disponível (Greig-Smith, 1957; Franks & Franks, 1995).

Nas espécies de *Atta* as içás, imediatamente após a fecundação durante o vôo nupcial, descem ao solo e se livram de suas asas com o auxílio da musculatura do tórax e das pernas medianas. Geralmente, essas içás procuram locais mais destituídos de vegetação para iniciar a construção de seu ninho (Della Lucia & Araújo, 1993). Os ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* são, muitas vezes, construídos em áreas limpas, porém não totalmente expostos ao sol (Pereira-Da-Silva, 1975), enquanto *Atta laevigata* prefere áreas com maior exposição solar, o que pode ser uma característica do padrão de distribuição espacial dessas espécies (Clark & Evans, 1955). As colônias de *Atta laevigata* tendem a se distribuir uniformemente em locais de alta densidade de formigueiros; porém, em áreas com menor densidade possuem distribuição casual (Nicholas & Vilela, 1996).

Tais particularidades biológicas reforçam a afirmação de que em um ambiente manejado, com a presença de áreas homogêneas, as içás caem aleatoriamente na área e constroem seus ninhos em qualquer ponto da floresta (Caldeira, 2002).

O tipo de solo também influencia o estabelecimento dos formigueiros, ou seja, solos mais pobres, tanto em nutrientes quanto em populações microbianas naturais, propiciam meio mais favorável ao estabelecimento dos formigueiros incipientes de *Atta laevigata* (Della Lucia & Araujo, 1993).

2.4 Métodos de amostragem de formigas cortadeiras

A precisão de uma estimativa expressa pelo erro de amostragem depende, principalmente, de variabilidades da população, do tamanho da

amostra e do método de seleção da amostra. A exatidão e os custos são substancialmente afetados, tanto pelo método de amostragem empregado como pelo procedimento de seleção das unidades de amostra e pelo tamanho, forma e número desta (Moscovich, 1998).

Para avaliação correta das populações de pragas e inimigos naturais é necessário realizarem-se amostragens, por isso é importante o desenvolvimento de pesquisas que permitam o desenvolvimento de metodologias de avaliação populacional, plano de amostragem e tipo de caminhamento a ser adotado durante a amostragem (Zanetti, 2000).

No entanto, a maior dificuldade para estabelecer procedimentos eficazes de amostragem de ninhos de saúvas é o tempo necessário para testar, no campo, as formas e os tamanhos que as parcelas podem apresentar (Sossai, 2001).

Alguns métodos de amostragem de formigas cortadeiras foram e continuam sendo desenvolvidos, sendo que os principais métodos de amostragem incluem a técnica do pior foco (Anjos et al., 1993), o uso de parcelas aleatórias (Caldeira, 2002; Oliveira et al., 1993) e o uso de transectos (Caldeira, 2002; Lopes, 2000; Sossai, 2001; Zanuncio et al., 2002).

A técnica do pior foco baseia-se na procura dos focos de desfolhamentos nos talhões, selecionando aquele em que o desfolhamento é mais intenso, determinando a quantidade de colônias e medindo a área de cada uma delas, determinando a quantidade de árvores danificadas e o grau de desfolhamento que possuem e medindo a área do foco avaliado (Anjos et al., 1993). Através do que se conhece como "técnica do pior foco", faz-se a avaliação visual das ocorrências de colônias de formigas cortadeiras e de seus danos em determinada parte da floresta, procurando caracterizar os focos de forma a obter aquele em que a situação é mais grave, e dentro de um parâmetro considerado de nível de dano econômico, determina-se ou não a intervenção na área (Della Lucia, 1993).

O método de parcelas aleatórias é o mais comum para se quantificar a população dos insetos e consiste na marcação de parcelas de tamanho fixo, distribuídas ao acaso ou sistematicamente na área, e na contagem do número de insetos presentes, o que permitirá estimar a densidade da praga na área. No caso de amostragem de formigas cortadeiras marcam-se parcelas nas áreas dos talhões e estima-se o número de formigueiros de diferentes tamanhos por hectare. Grande parte das empresas florestais que realizam amostragem de formigas cortadeiras utiliza tal método (Zanetti, 1998).

Na técnica de parcelas aleatórias são lançadas parcelas de 720 m^2 (80x9 m), uma para cada 5 ha de plantio de eucalipto, alocadas independentemente do pior foco. São obtidas também informações sobre a quantidade de árvores desfolhadas e o grau de desfolhamento que possuem. Nessas parcelas quantifica-se a quantidade de formigueiros por classe de tamanho, sendo as classes: I (< 1m^2); II (1 a 2,9m^2); III (3 a 8,9m^2); IV (9 a 25m^2) e V (> 25m^2 de terra solta) (Oliveira et al., 1993).

O tamanho ótimo de parcelas para amostragem de formigueiros, que representa tanto a área como a densidade de formigueiros, é recomendado uma intensidade amostral de 2,64% ou 1,32%, que é equivalente ao lançamento de uma parcela de 840m^2 a cada três ou seis ha para um erro esperado de 5% ou 10%, respectivamente (Zanetti et al., 2003a).

O emprego de parcelas de 840 m^2 na proporção de uma para cada 5 ha, permite estimar tanto a densidade quanto a área de formigueiros para um erro esperado de 5%, possibilitando priorizar a área a ser combatida, estimar a quantidade de isca a ser utilizada, bem como o rendimento e, conseqüentemente, o número de pessoas necessárias para o controle (Oliveira et al., 2004).

O uso de parcelas aleatórias de 720m^2 a cada 5 ha mostrou menor número de hectares amostrado por hora quando comparado ao lançamento de transectos em faixas a cada 120, 150 e 180m (Zanuncio et al., 2004).

O método de transectos em faixas é uma das formas de amostragem que consiste na contagem do número de formigueiros numa faixa de plantio, começando em uma das bordas do talhão reflorestado e terminando na outra (Zanuncio et al., 2002).

Sossai (2001) verificou que o lançamento de transectos de 9m de largura a partir da sétima linha de plantio representou melhor o censo, pois representou maior porcentual de sauveiros amostrados (10,3%), seguido por aqueles das linhas oito e seis com, respectivamente, 9,86% e 9,57%, além de não encontrar diferenças estatísticas quando o lançamento dos transectos foi iniciado nas linhas 1, 2, 3, 4, 5, 9 e 10.

No trabalho realizado no município de Bocaiúva-MG, para determinar qual a melhor distância ótima entre transectos, concluiu-se que as linhas de plantio 1, 3, 5, 7 ou 9 podem ser utilizadas para o lançamento do primeiro transecto, para estimar a área (m^2/ha) e a densidade de sauveiros (n/ha), e a distância ótima entre transectos é de 96m, por implicar em menor custo com amostragem (Caldeira, 2002). A comparação das correlações entre essas linhas mostrou resultados estaticamente semelhantes, mas optou-se pela quinta linha por ter apresentado maior valor numérico de correlação e pelo fato de as primeiras linhas terem alinhamento irregular, o que dificultaria o caminhamento (Zanuncio et al., 2003a).

Foi constatado que o lançamento de um transecto de nove metros de largura a cada 120 metros de distância pode ser recomendado para monitorar o número e área de colônias de formigas cortadeiras em Montes Claros, Minas Gerais (Zanuncio et al., 2004).

2.5 Método de amostragem por quadrantes

O método dos quadrantes teve origem nos levantamentos realizados pelos agrimensores do “United State Land Survery Service”, no Estado de

Wisconsin, Estados Unidos, entre 1833 e 1834, após o estabelecimento e aumento de populações humanas nesta região (Martins, 1993).

A partir dos dados levantados pelos agrimensores, Cottan & Curtis (1949) estimaram a freqüência, a densidade e a dominância das espécies arbóreas.

Este método pertence à classe dos métodos de distância, uma vez que a probabilidade de seleção dos indivíduos a serem amostrados em cada quadrante é proporcional à sua distância ao centro da unidade (Martins, 1993). Segundo Pollard (1971), os métodos baseados em distância partem do seguinte princípio: "se a floresta é densa, a distância do ponto de amostragem até o indivíduo será pequena, e se a floresta for esparsa, esta distância tenderá a ser maior".

No Brasil, o método de quadrantes foi utilizado inicialmente em 1969, por Goodland (1971), para avaliar uma vegetação de cerrado no Triângulo Mineiro.

O precursor do uso desse método em floresta tropical foi Fernando Roberto Martins, em 1979, ao realizar um levantamento fitossociológico de mata semidecídua de planalto no Parque Estadual de Vassanunga, no município de Santa Rita do Passa Quatro, Estado de São Paulo (Lobão, 1993).

Dentre os métodos de distâncias, o método de quadrantes, ou "point-centered method", é o mais usado em fitossociologia (Rodrigues, 1998). O método de distâncias baseia-se na premissa de que deve haver relação inversa entre a densidade dos indivíduos por área e as distâncias entre eles, em uma população de distribuição espacial aleatória (Matteucci & Colma, 1982).

Segundo Cottan & Curtis (1956), este método é recomendado porque fornece mais dados por ponto de amostragem e é menos sujeito a erros subjetivos quando comparado aos outros métodos de distâncias.

Aplicação deste método consiste no estabelecimento, dentro da área a ser amostrada, de pontos distribuídos de modo sistemático. Tais pontos são

divididos em quatro quadrantes. Em cada quadrante é amostrado o indivíduo mais próximo ao ponto. Registra-se a espécie, o diâmetro e a distância do indivíduo ao ponto. Desse modo em cada unidade amostral são observados quatro indivíduos. A distância entre os pontos deve ser estabelecida de modo que não permita que um mesmo indivíduo seja amostrado por pontos distintos. Essa distância deve ser igual ao dobro da distância máxima entre os indivíduos mais próximos, que é obtida mediante um levantamento piloto de 50 medições. Após as medições das 50 distâncias, a maior delas é multiplicada por dois, com um acréscimo de 20% para maior segurança, sendo que as distâncias entre os transectos podem ou não ser as mesmas que entre os pontos quadrantes (Martins, 1993).

Lobão (1993) adotou a distância entre os transectos como sendo o dobro da distância estabelecida entre os pontos amostrais.

As vantagens do método são: eliminação da influência da forma de parcela sobre os resultados; facilidade na locação dos pontos de amostragem, uma vez que seguem uma trilha determinada; maior área de amostragem, possibilitando um maior conhecimento da vegetação; maior consistência na comparação dos resultados obtidos em diferentes povoamentos do mesmo tipo de vegetação e ganho de tempo no campo (Martins, 1993).

Para o método de quadrantes a estatística assume uma distribuição discreta de probabilidades de amostragem, seguindo a Lei de Poisson, com grande número de unidades de amostragem, mas com um pequeno número (geralmente menor do que cinco) de indivíduos amostrados em cada uma. Neste último caso mesmo considerando cada unidade de amostragem, a distribuição de probabilidades de encontrar um indivíduo em cada quadrante é discreta e segue também a Lei de Poisson (Martins, 1993).

O método de quadrantes exige que os indivíduos tenham um padrão espacial completamente aleatório para que a estimativa da densidade não

apresente viés, ou seja, diferença entre o valor da estimativa (amostra) e valor do parâmetro (população) (Gorenstein, 2002).

Como os ninhos das formigas cortadeiras na maioria dos casos apresentam distribuição espacial aleatória em áreas cultivadas, possuem ninhos sésseis e diâmetro de área de terra solta, semelhante às árvores, características essenciais para a utilização do método de quadrantes. Acredita-se que é possível a utilização desta metodologia para desenvolver um plano de amostragem para estas formigas em florestas cultivadas.

Estimadores de densidade para o método de quadrantes Cottan & Curtis (1956) e Pollard (1971) consideraram uma floresta na qual as árvores estão distribuída de maneira aleatória com uma densidade média uniforme de λ por unidade de área.

De acordo com a figura 1, o circulo de raio r (e área πr^2) ira conter zero árvores com a distribuição de probabilidade de Poisson exp $(-\pi r^2\lambda)$, e o anel de largura dr irá conter uma árvore com a probabilidade da distância R até o ponto mais próximo da árvore é:

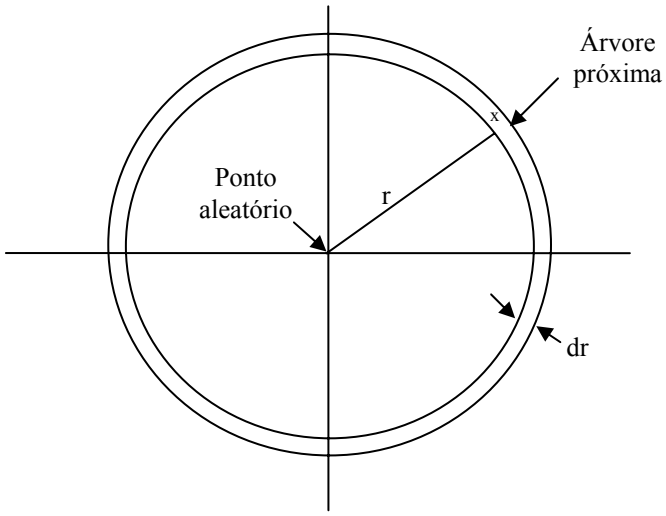

Figura 1. Árvore mais próxima de um ponto aleatório.

$$p(r) = 2\pi r\lambda \exp(-\pi r^2 \lambda) \quad (1)$$

Considerando o desenvolvimento da equação (1) realizado por Skellam (1952), citado por Pollard (1971), a esperança matemática de R (distância de um ponto amostral até a árvore mais próxima) é dada por:

$$E(R) = \frac{1}{2}\lambda^{-1/2} \quad (2)$$

A equação (2) sugere que o estimador de λ seja proporcional ao quadrado de R. No entanto, $E(R^{-2})$ é infinita. Cottan & Curtis (1956) tentaram resolver este problema definindo a área média por árvore (M) como proporcional a λ. Os pesquisadores escolheram estimar $\sqrt{M}$ usando n pontos aleatórios e o seguinte estimador.

$$\hat{\sqrt{M}} = 2 \Big/ n \sum_{i=1}^{n} ri \quad (3)$$

Considerando o plano ao entorno do ponto aleatório dividido em quatro quadrantes, e a "área média" ocupada por cada árvore com base em um espaçamento quadrado o estimador de Cottan&Curttis assume a seguinte forma:

$$\text{DP}_{\text{(Cottan \& Curtis)}} = \left[10000 \Big/ \left(\sum_{i=1}^{n} M^2 \Big/ n \right) \right]$$

em que 10000 converte a densidade de árvores para uma unidade de ha.

A aproximação de Cottan & Curttis, segundo Pollard (1971) é viesada e não é segura, uma vez que, na prática é usual e correto estimar o parâmetro de interesse, neste caso λ, e não $\sqrt{M}$.

Assim, Pollard (1971) obteve um estimador de distância utilizando a máxima verossemelhança. O autor assumiu que n pontos aleatórios foram escolhidos na floresta, e que a distância da variável aleatória associada com o j

ésimo ponto é Ri (j=1,2,...,n). A máxima verossemelhança das distâncias amostradas r1,r2,...,rn é dada pela fórmula:

$$L = (2\pi\chi)^n . \exp(-\pi\lambda \sum_{i-1}^{n} ri^2) \tag{4}$$

A máxima verossemelhança é obtida pela diferença de L em função de λ e igualando-se a equação a zero obtem-se:

$$\lambda = n \Big/ \left(\pi \sum_{i=1}^{n} ri^2 \right) \tag{5}$$

A esperança matemática de $\lambda\left(E\left(\hat{\lambda}\right)\right)$,é dada por:

$$E(\lambda) = (n\lambda / n - 1) \tag{6}$$

Para se obter um estimador não viesado de máxima verossemelhança para λ, basta multiplicar (n-1)/n, obtido em (6), por (5) e o estimador T (não viesado) será obtido.

$$T = (n-1) \Big/ \left(\pi \sum_{i=1}^{n} r_{ij}^2 \right)$$

Se considerar-se que o plano ao entorno do ponto for dividido em quatro quadrantes e a distância da árvore mais próxima em cada quadrante for medida e também, se for considerada n pontos aleatórios o estimador assumirá a seguinte forma:

$$T = \left[4(4n-1) \Big/ \pi \sum_{i=1}^{n} \sum_{i=1}^{4} r_{ij}^2 \right] * 10000$$

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

Este trabalho foi realizado em eucaliptais da Celulose Nipo-Brasileira S.A. (Cenibra), no município de Belo Oriente, na região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais, sob domínio da Mata Atlântica, no período de janeiro a março de 2002, em cinco talhões contíguos de *Eucalyptus* spp., totalizando 160,22 hectares (Tabela 1). Pela classificação de Köppen, o clima da região é Aw, tropical chuvoso de savana-inverno seco com chuvas máximas no verão. O relevo é acidentado e amorrado, com predominância dos solos Cambissolo Háplico Distrófico e Eutrófico e Latossolo Amarelo Distrófico.

Tabela 1. Características dos talhões reflorestados com eucalipto utilizados para a coleta dos dados. Belo Oriente, Minas Gerais.

Talhão	Área (ha)	Espaçamento (m)	Latitude	Longitude
433	36,10	4 x 2,5	42º25'56.05"	19º21'35.75"
434	45,50	3 x 2,0	42º25'34.43"	19º21'08.42"
435	26,72	4 x 2,5	42º25'04.51"	19º21'08.42"
436	35,70	4 x 2,5	42º25'50.83"	19º20'59.02"
437	16,20	4 x 2,5	42º25'19.50"	19º20'49.70"

3.2 Coleta de dados

Os talhões foram divididos em unidades amostrais contíguas de duas entrelinhas de largura por uma entreplanta de comprimento. Em cada amostra, os formigueiros foram localizados, identificados e mapeados por meio de um caminhamento total (censo). Foi medida a área de terra solta de cada formigueiro da amostra, de acordo com a metodologia usada pela Cenibra, que consiste no produto do maior comprimento pela maior largura da área ocupada

pelos montes de terra solta distantes até um metro do monte principal. Contou-se também o número de ninhos por amostra, além de se medir a distância e a posição de cada um deles em relação à primeira árvore central da amostra (Figura 2).

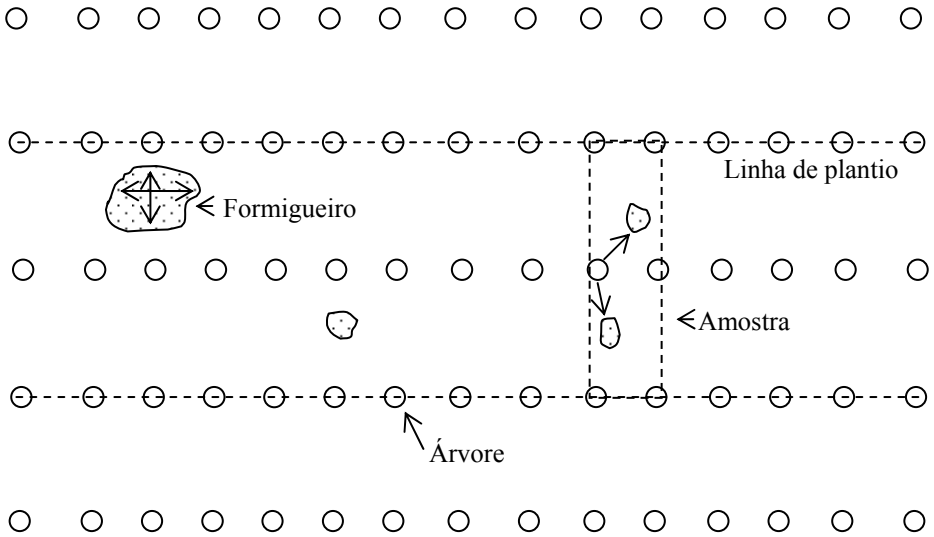

Figura 2. Esquema do censo nos talhões, para a obtenção dos dados.

Os formigueiros foram classificados em cinco classes de tamanho, sendo: I (≤ 1m^2); II (1,1 a 2,9m^2); III (3 a 8,9m^2); IV (9 a 25m^2) e V (> 25m^2 de área de terra solta), semelhante ao descrito por Oliveira et al. (1993).

Os dados foram tabulados em planilha eletrônica e serviram de base para elaborar mapas esquemáticos, contendo o alinhamento de plantio de cada talhão e as árvores com seus respectivos formigueiros, utilizando os programas de planilha eletrônica e um editor gráfico. Através desse mapa foi realizada a simulação dos métodos de amostragem.

3.3 Determinação da distribuição espacial dos ninhos

O tipo de distribuição espacial dos formigueiros por talhão e por classe de tamanho foi determinado pelo ajuste do modelo de distribuição de Poisson. Inicialmente foi calculada a freqüência observada dos formigueiros (F_{obs}), pela fórmula:

$$F_{obs} = \sum n_i \ ,$$

em que: n_i = número de formigueiros em cada classe de tamanho i (i= 1, 2, ...5).

Em seguida, calculou-se a freqüência esperada (F_{esp}) pelas fórmulas:

$$F_{esp} = P(x) \times F_{obs} \ ,$$

$$P(x) = e^{-\mu}\left(\frac{\mu^x}{x!}\right),$$

em que: P(x) = probabilidade de encontrar x formigueiros; x = número inteiro (0, 1, 2 ...); μ = média observada de formigueiros (Krebs, 1989).

O padrão de distribuição espacial das formigas cortadeiras foi obtido pela comparação entre as freqüências observada e esperada, através da aplicação do teste de Qui-quadrado (χ^2):

$$\chi^2 = \frac{(F_{obs} - F_{esp})^2}{F_{esp}} \times 100 \, .$$

Foram testadas as seguintes hipóteses:

H_0: $F_{obs} = F_{esp}$, então a distribuição é ao acaso ou aleatória;

H_1: $F_{obs} \neq F_{esp}$, então a distribuição é uniforme ou agregada.

Este teste apresenta uma limitação no seu uso quando a base de dados é inferior a cinco observações, o que não ocorreu nesse trabalho.

3.4 Desenvolvimento do plano de amostragem pelo método de parcelas

Para determinar o tamanho ótimo de parcelas, calcularam-se inicialmente as médias e as variâncias da área (m^2/ha) e da densidade de formigueiros (n/ha), considerando o número total de amostras de cada talhão avaliado.

Posteriormente, dividiu-se o total de amostras ao meio, consecutivamente, até restarem conjuntos de número mínimo de duas amostras. A cada divisão foram calculadas as médias e as variâncias da área e da densidade de formigueiros de cada conjunto de amostras resultante. Com esses dados foi calculado o coeficiente de variação de cada conjunto de amostras pela fórmula:

$$CV = \frac{\sqrt{S^2}}{\bar{x}},$$

em que: CV = coeficiente de variação; S^2 = variância dos conjuntos de amostras; x = média dos conjuntos de amostras.

Em seguida foi calculada a área (ha) de cada conjunto de amostras, multiplicando-se o número de amostras de cada conjunto pela área de cada amostra. Cada amostra tinha uma área de $12m^2$ (6x2) ou $20m^2$ (8x2,5m) de acordo com o espaçamento entrelinhas e entre plantas. Com esses dados foi gerada a equação de regressão do coeficiente de variação (CV) em função do tamanho da parcela (ha) para os parâmetros área (m^2/ha) e densidade de formigueiros (n/ha), por meio da fórmula:

$$CV = a/y^b,$$

em que: CV = Coeficiente de variação; a e b = coeficientes da regressão; y = tamanho da parcela.

Com os coeficientes da regressão obtidos, foi calculado o tamanho ótimo da parcela pelo método da curvatura máxima (Lessman & Atkins, 1963), utilizando a expressão apresentada por Chaves (1985):

$$N = \left[a^2 b^2 (2b-1)/(b-2)\right]^{(1/(2-2b))},$$

em que: N = tamanho ótimo da parcela; a e b = coeficientes da regressão.

A intensidade amostral (n) foi calculada para os parâmetros densidade e área de formigueiros aos níveis percentuais de erro esperado de 1, 5, 10, 15, 20, 25 e 30%, dentro de um intervalo de confiança de 95%. Para este cálculo, a fórmula utilizada foi:

$$n = \left(\frac{t_{(\alpha/2)} * S}{\varepsilon * \overline{x}} \right)^2,$$

em que: $t\alpha/2$ = valor de t com $n = \infty$; S = desvio padrão do parâmetro (área ou densidade) da parcela de tamanho ótimo; x = média do parâmetro (área ou densidade) da parcela de tamanho ótimo; ε = erro esperado.

3.5 Desenvolvimento do plano de amostragem pelo método de transectos em faixas

Considerou-se o transecto em faixa como uma parcela com largura correspondente a duas entrelinhas de plantio e comprimento igual ao da linha de plantio. Foram simulados os lançamentos de transectos a cada distância múltipla de 24 metros, variando de 24 a 360 metros, considerando um mínimo de dois transectos para cada uma das distâncias avaliadas por talhão (Figura 3).

A influência do número da linha de plantio para o lançamento do primeiro transecto foi testada iniciando todas as distâncias de transectos acima, nas linhas de plantio 1, 3, 5, 7 e 9. Foi gerada uma matriz de correlação entre os valores obtidos com as simulações dos transectos e o censo de cada talhão. A melhor linha para o lançamento do primeiro transecto e a melhor distância entre eles foram determinadas como aquela que apresentou a estimativa do número de formigueiros semelhante e mais próxima do censo (r-Pearson; $p<0,05$).

A estimativa da densidade de ninhos de formigas cortadeiras por hectare foi obtida pelo estimador de Área Proporcional:

$$DP_{\text{(Área Proporcional)}} = \left(10000 \times \sum_{i=1}^{n} Nf\right) \Big/ \left(\sum_{i=1}^{n} AT\right),$$

em que: DP= número de formigueiros/ha; Nf= número de formigueiros por transecto; AT= área de cada transecto; n= número de transectos (i=1, 2, ...n).

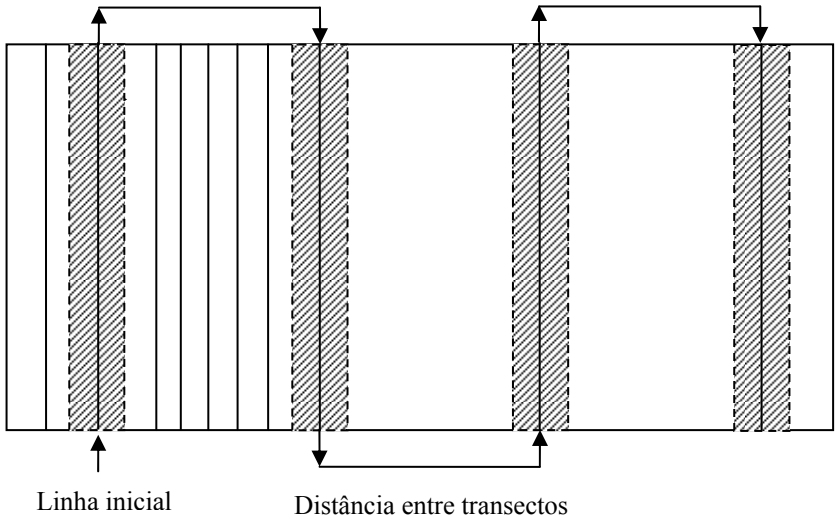

Figura 3. Esquema do transecto em faixa com largura de duas entrelinhas.

3.6 Comparação dos estimadores de densidade entre os métodos de transectos em faixas e em linhas

Com o melhor início e a melhor distância entre transectos em faixas, obtido no item 3.5, foi calculada, também, a densidade de ninhos por hectare pelo estimador de Cottan&Curtis (Cottan & Curtis, 1956):

$$DP_{\text{(Cottan \& Curtis)}} = \left[10000 \Big/ \left(\sum_{i=1}^{n} M^2 \Big/ n\right)\right],$$

em que: DP= número de formigueiros/ha; n= número de amostras com formigueiros (i=1, 2, ..., n); M^2= média ao quadrado da distância de cada formigueiro a árvore central da amostra.

Nesse caso, foram considerados os ninhos numa faixa de duas entrelinhas de plantio, semelhante ao transecto em faixa (Figura 4). Os resultados desses métodos foram comparados entre si e com o censo populacional pela análise de variância e pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

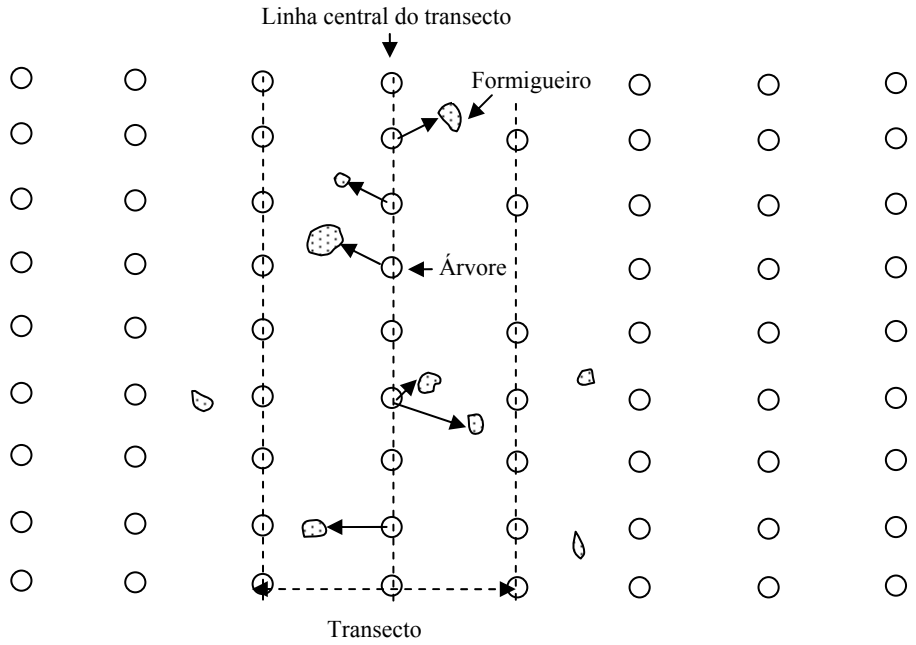

Figura 4. Esquema da medição dos ninhos para a estimativa da densidade pelo estimador de Cottan&Curttis com duas entrelinhas.

3.7 Desenvolvimento do plano de amostragem pelo método de quadrantes

Cada talhão foi subdividido em blocos de mesmo alinhamento de plantio (Figura 5). Foi construído um mapa contendo todas as árvores e formigueiros de cada talhão. Primeiro foi elaborado um plano de amostragem por bloco de

mesmo alinhamento e depois por talhão, independentemente desses blocos. Nesse último caso, o talhão foi transformado em uma figura de formato aproximadamente quadrado, respeitando ao máximo o desenho original, uma vez que possuía um formato irregular.

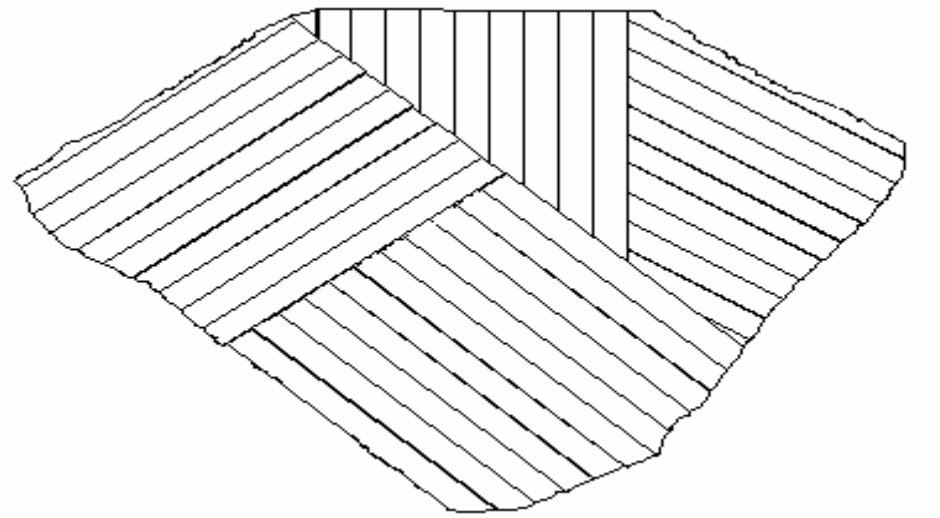

Figura 5. Exemplo de um talhão hipotético mostrando os blocos de mesmo alinhamento de plantio.

Para cada um dos planos foi realizada uma amostragem piloto para determinar a distância entre pontos amostrais e o número dos mesmos, medindo-se 50 distâncias entre formigueiros ao acaso. A maior distância encontrada entre os formigueiros foi utilizada para determinar a distância entre pontos amostrais, pela fórmula:

$$Dp = \left(D_{máx} \times 2\right) + 20\%,$$

em que: $D_{máx}$= distância máxima (m) encontrada na amostra piloto (50 pontos); Dp= distância entre pontos (m).

O número de pontos amostrais foi determinado pela fórmula:

$$Np = \frac{A}{Dp \times Dt},$$

em que: Np= número de pontos amostrais; A= área do talhão (m^2); Dt= distância entre transectos (m); Dp= distância entre pontos (Dt=Dp).

Dessa maneira foram determinados os números de pontos amostrais e a distâncias dos mesmos para cada bloco e cada talhão.

Foram simulados os lançamentos dos pontos amostrais utilizando o editor gráfico. Cada ponto amostral foi divido em quatro quadrantes. Em cada um deles foi medida a distância (metros) do ponto ao formigueiro mais próximo (Figura 6). A média das distâncias de cada ponto amostral foi elevada ao quadrado.

A densidade populacional de formigueiros (n/ha) foi determinada pelos estimadores Cottan & Curtis (Cottan & Curtis, 1956) e de Pollard (Pollard, 1971), pelas fórmulas:

$$DP_{(\text{Cottan \& Curtis})} = \left[10000 \Big/ \left(\sum_{i=1}^{n} M^2 \Big/ n \right) \right],$$

$$DP_{(\text{Pollard})} = \left(\frac{4(4n-1)}{\pi \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{4} r_{ij}^2} \right) \times 10000,$$

em que: DP= número de formigueiros/ha; n= número de pontos amostrais (i=1, 2, ..., n); M= média da distância do ninho de cada ponto amostral; j= número de amostra em cada ponto amostral; r= distância do ponto amostral ao formigueiro.

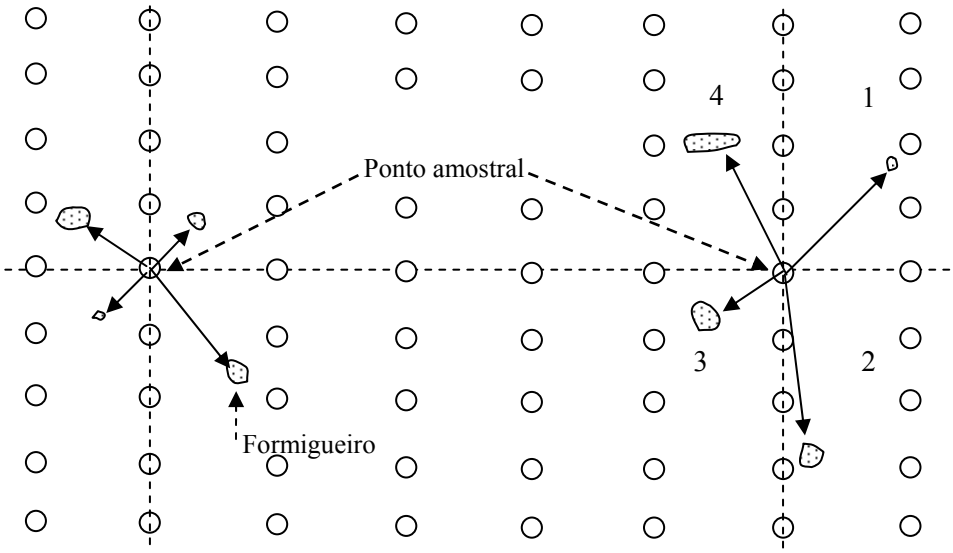

Figura 6. Esquema do método quadrantes no talhão de eucalipto, mostrando os pontos amostrais e quatros formigueiros posicionados em cada um dos seus respectivos quadrantes.

3.8 Validação do melhor plano de amostragem pelo método de transectos

O melhor plano de amostragem pelo método de transectos foi comparado com o censo populacional de formigueiros em 10 talhões de eucaliptos diferentes dos utilizados para a elaboração do plano, para verificar o erro cometido na extrapolação desse plano para os demais talhões da região. Em cada transecto foram anotadas a área e a espécie de cada sauveiro, além da área de quenquenzeiros maiores e menores que 1 metro quadrado e o número de tanajuras e de olheiros soltos. Os dados da amostragem foram confrontados com os do censo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Determinação da distribuição espacial dos ninhos

Verificou-se uma tendência de decréscimo da porcentagem de formigueiros em todos os talhões avaliados à medida que as classes de tamanho dos ninhos aumentavam (Tabela 2 e Figura 7).

A classe I (<1m^2) foi a mais abundante, com média de 88,9% dos ninhos, seguida pelas demais. A classe II foi a que apresentou a menor média entre as classes, pois sabe-se que o combate dos formigueiros é mais eficiente em classes menores. Dessa forma, pode-se observar que o combate realizado no ano anterior foi eficiente, pois a média do número de formigueiros da classe II é pequena.

Tabela 2. Porcentagem de formigueiros por classes de tamanho nos talhões reflorestados com eucalipto. Belo Oriente, Minas Gerais.

Talhão	Porcentagem de formigueiros por classe de tamanho				
	Classe I (≤ 1m^2)	Classe II (1,1 a 2,9m^2)	Classe III (3 a 8,9m^2)	Classe IV (9 a 25m^2)	Classe V (>25m^2)
433	90,54	0,73	2,80	3,65	2,28
434	87,31	2,24	4,98	3,68	1,79
435	86,84	1,42	3,88	3,41	4,45
436	87,69	1,04	5,64	3,35	2,28
437	92,09	0,40	3,83	1,60	2,08
Média	88,89	1,16	4,23	3,14	2,58

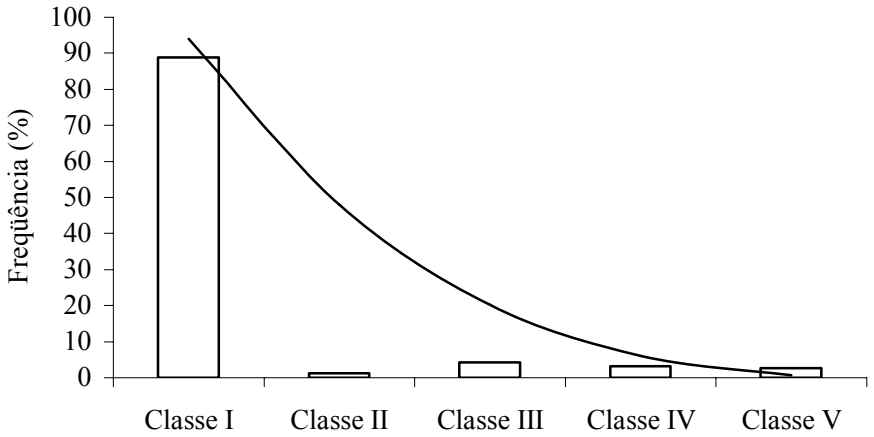

Figura 7. Freqüência dos formigueiros (%) por classe de tamanho: classe I ($\leq 1m^2$); classe II (1,1 a $2,9m^2$); classe III (3 a $8,9m^2$); classe IV (9 a $25m^2$); classe V (> $25m^2$ de terra solta), nos talhões reflorestados com eucalipto. Belo Oriente, Minas Gerais.

Resultados semelhantes aos desse trabalho foram encontrados em áreas cultivadas com *Eucalyptus* spp. em João Pinheiro, Minas Gerais, na qual verificou-se que 75,40%, 11,75%, 6,5%, 4,73% e 2,89% dos formigueiros pertencem às classes I, II, III, IV e V, respectivamente (Zanetti et al., 2000b). O mesmo foi verificado por Caldeira (2002) em outro eucaliptal, em Bocaiúva, Minas Gerais, onde 67,3%, 9,7%, 8,1%, 6,5% e 8,1% pertenciam às mesmas classes.

As formigas cortadeiras são espécies colonizadoras eficientes com numerosas progênies geradas, para que a colonização seja bem sucedida, e dispersas a grandes distâncias pelo vento, até locais vagos para a colonização que possam ser alcançados rapidamente (Price & Waldbauer, 1975). Então as formigas cortadeiras são organismos oportunistas, ou estrategistas do tipo "r" (Paschoal, 1979). Os estrategistas "r" possuem rápido desenvolvimento e reprodução e tendem a se dispersar rapidamente em ambientes recentemente

alterados e propícios à colonização (Hermann, 1982). O plantio de eucalipto é considerado pelas formigas cortadeiras como uma grande mancha de plantas palatáveis, as quais são semelhantes em estágio de crescimento, tamanho, quantidade e qualidade de substâncias químicas de defesa (MacArtur & Wilson, 1967). À medida que os formigueiros crescem e envelhecem a sua densidade diminui pela competição intraespecifica, pela ação de inimigos naturais, pelas condições edafoclimáticas dos locais de nidificação (Caldeira, 2002) e pela influência do combate, pois ele é mais efetivo para formigueiros menores (Zanetti et al., 2000b).

Separando os formigueiros por classes de tamanho pode-se observar que o número médio de formigueiro por classe de tamanho foi maior na classe I, seguida pelas classes III, IV, V e II (Tabela 3), enquanto a área média de terra solta dos ninhos decresceu com a redução das classes, como era esperado (Tabela 4).

Tabela 3. Número de formigueiros/ha por classe de tamanho. Belo Oriente, Minas Gerais.

Talhão	Área (ha)	Classes de tamanho de formigueiros					
		I	II	III	IV	V	Total
433	36,10	61,77	0,50	1,91	2,49	1,55	68,22
434	45,50	106,29	2,73	6,07	4,48	2,18	121,75
435	26,72	34,32	0,56	1,53	1,35	1,76	39,52
436	35,70	73,25	0,87	4,71	2,80	1,90	83,53
437	16,20	71,17	0,31	2,96	1,23	1,60	79,27
Média	32,04	69,36	0,99	3,44	2,47	1,80	78,45

Tabela 4. Área de terra solta de formigueiros (m^2/ha) por classe de tamanho. Belo Oriente, Minas Gerais.

Talhão	Área (ha)	Área de terra solta por classe de tamanho					
		I	II	III	IV	V	Total
433	36,10	61,77	0,93	9,86	37,78	95,26	250,60
434	45,50	106,29	5,44	30,64	63,60	123,32	329,29
435	26,72	34,32	1,10	7,19	21,82	104,00	168,43
436	35,70	73,25	1,74	22,94	37,59	115,74	251,26
437	16,20	71,17	0,62	14,07	17,04	94,81	197,71
Média	32,04	69,36	1,97	16,94	35,57	106,63	239,45

O número médio total de formigueiros nos cinco talhões de eucaliptos amostrados nessa região da Mata Atlântica foi de 78,45/ha e a área de terra solta foi de 239,45m^2/ha (Tabelas 3 e 4). Estudo realizado em eucaliptal no cerrado de Minas Gerais constatou que o número médio de formigueiros e a área de terra solta foram 16,93/ha e 49,93m^2/ha, respectivamente (Zanetti et al., 2000b). Caldeira (2002) relatou a ocorrência de 29,33 formigueiro/ha e área de terra solta de 172,31m^2/ha em áreas de reflorestamento de eucalipto da V&M Florestal Ltda., em região de cerrado, no município de Bocaiúva, Minas Gerais.

Estudo realizado na região de Montes Claros, Minas Gerais, em cinco talhões de *Eucalyptus urophylla*, verificou um número médio de três formigueiros/ha e uma área de terra solta de 2,04m^2/ha (Santos et al., 2003).

Como foi verificado nos trabalhos citados anteriormente, existe a tendência de que as populações de formigueiros sejam menores em áreas com fisionomia de cerrado (*stricto sensu*) do que em áreas de fisionomia de mata atlântica. Essas primeiras caracterizam-se pela topografia plana e pelo baixo índice pluviométrico, ao contrário da última, que apresenta topografia declivosa e alto índice pluviométrico. Além disso, as áreas de mata atlântica têm maior

tempo de uso da terra dos que os cerrados e sabe-se que isso favorece a ocorrência de formigas cortadeiras. Entretanto, os dados desse estudo não são suficientes para responder porque as áreas de cerrado são menos infestadas.

As freqüências observadas e esperadas (χ^2; $p<0,05$) foram semelhantes para cada classe e em cada talhão, representando uma distribuição ao acaso ou aleatória. Como não houve variação de distribuição entre os talhões, pode-se utilizar a média geral deles para representá-los (Tabela 5).

Tabela 5. Médias das freqüências observadas e esperadas por classes de tamanho de formigueiros, em cada talhão de eucalipto. Belo Oriente, Minas Gerais.

Classe	Freq.	Média das freqüências por talhão*					
		433	434	435	436	437	Média
I	F_{obs}	0,0647	0,1551	0,0690	0,1509	0,1703	0,1220
	F_{esp}	0,0688	0,1763	0,0735	0,1715	0,1960	0,1372
II	F_{obs}	0,0003	0,0039	0,0010	0,0017	0,0007	0,0015
	F_{esp}	0,0003	0,0039	0,0010	0,0017	0,0007	0,0015
III	F_{obs}	0,0026	0,0088	0,0031	0,0097	0,0070	0,0062
	F_{esp}	0,0027	0,0089	0,0031	0,0097	0,0071	0,0063
IV	F_{obs}	0,0011	0,0065	0,0027	0,0057	0,0029	0,0037
	F_{esp}	0,0011	0,0065	0,0027	0,0058	0,0029	0,0038
V	F_{obs}	0,0014	0,0031	0,0035	0,0039	0,0038	0,0031
	F_{esp}	0,0014	0,0031	0,0035	0,0039	0,0038	0,0031

* não houve diferença significativa entre as médias em todas as classes e talhões (χ^2; $p>0,05$).

A distribuição aleatória de ninhos de formigas também foi documentada por Bernstein & Gobbel (1979), Herbers (1985), Weseloh (1994), Soares (1999), Caldeira (2002) e Zanetti et al. (2003b). Essa distribuição ocorre quando as condições ambientais são semelhantes em qualquer ponto no espaço e a presença de um organismo não interfere na de outro; então, a detecção de uma

distribuição aleatória indica uma inexistente ou reduzida interação das formigas entre si e destas com o meio ambiente (Begon et al., 1996). Isto parece ocorrer em reflorestamentos eqüianos, que se caracterizam pela homogeneidade em tipo de solo, idade da floresta, temperatura e tratos culturais, etc. Como as iças caem aleatoriamente nessas áreas e recebem combates periódicos do mesmo tipo e intensidade, a tendência é de manter essa distribuição casual ao longo do tempo (Caldeira, 2002).

Trabalho realizado em reflorestamentos da V&M Florestal no município de Bocaiúva, Minas Gerais, mostrou que a distribuição espacial dos ninhos de formigas cortadeiras é ao acaso e existe uma grande variação na área de formigueiros por hectare entre os talhões avaliados; entretanto, o tipo de distribuição espacial não variou entre eles, indicando que o plano de amostragem desenvolvido é adequado para representar a população de formigueiros em todos os talhões da empresa, independentemente do nível de infestação que eles apresentam, pois os ninhos estarão distribuídos da mesma maneira (Zanetti et al., 2003b).

Um sistema adequado para monitoramento dos ninhos de formigas cortadeiras deve considerar, além do número e da área de terra solta dos mesmos, também a sua distribuição espacial em relação à borda de cada talhão de *Eucalyptus* spp.. Isto possibilitaria o controle por faixas no talhão, o que poderá reduzir a área a ser combatida, o custo da mão-de-obra e a quantidade de inseticida lançado no ambiente (Zanuncio et al., 2002).

Em pesquisa realizada na Eucatex Florestal Ltda., no município de Botucatu, São Paulo, constatou-se densidade de 10 ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* e *Atta laevigata* por hectare e que a distribuição espacial deles nas faixas de distâncias mais próximas às bordas do talhão era agregada, o que permitiria, neste caso, uma boa eficiência de controle sem a necessidade de se percorrer a área total. Com essa informação, a operação de controle poderia ser

realizada com menor custo, menor impacto ambiental e mesma eficiência de uma operação realizada em área total (Ramos et al., 2003).

Em outro estudo, em eucaliptais, verificou-se que mais de 50% dos ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* e *Atta laevigata* encontravam-se, respectivamente, até 40 e 70 metros da borda do talhão, e que 29,54% dos ninhos de saúvas estão localizados nos primeiros 10 metros da borda dos talhões (Lopes, 2000). Trabalho realizado em Montes Claros, Minas Gerais, verificou que 5,46% dos formigueiros encontravam-se nos dez primeiros metros a partir da borda do talhão e que mais da metade dos ninhos localizava-se no primeiro quarto do comprimento do talhão, reduzindo sua freqüência em direção ao centro deste (Sossai, 2001). Em outra área de eucalipto no cerrado mineiro foi verificado que as maiores porcentagens de ninhos (29,3%), de área de terra solta (22,7%) e de olheiros (10,3%) de *Atta sexdens rubropilosa* foram registradas nos primeiros 10 metros da borda do talhão (Zanuncio et al., 2002).

Esses resultados indicam que os formigueiros tendem a se concentrar nas bordas dos talhões cultivados, pela dificuldade que as içás encontram ao se dirigirem para o centro em pleno vôo. Apesar disso, sua distribuição espacial é casual na unidade de manejo como um todo.

4.2 Desenvolvimento do plano de amostragem pelo método de parcelas

Os coeficientes da regressão (a e b) do coeficiente de variação (CV) em função do tamanho da parcela (ha) para os parâmetros área (m^2/ha) e densidade de formigueiros (n/ha) encontram-se na Tabela 6.

O tamanho ótimo da parcela foi estimado pelo método da curvatura máxima utilizando as equações: $N=[0{,}7521^2 \times 0{,}3049^2\ (2\times0{,}3049 - 1)/(0{,}3049 - 2)]^{[1/(2\ -\ 2\ \times\ 0{,}3049]}$, para área de formigueiro (m^2/ha), e $N =[0{,}4950^2 \times 0{,}3679^2\ (2\times0{,}3679 - 1)/(0{,}3679 - 2)]^{[1/(2\ -\ 2\ \times\ 0{,}3679]}$, para a densidade de formigueiros (n/ha), obtendo-se os tamanhos ótimos de 420m^2 e 160m^2, respectivamente.

Tabela 6. Coeficientes da regressão (a e b) do coeficiente de variação (CV) em função do tamanho da parcela (ha) para os parâmetros área (m^2/ha) e densidade de formigueiros (n/ha). Belo Oriente, Minas Gerais.

Parâmetro	a*	b*	R^2 (%)
Área de formigueiros (m^2/ha)	0,7521	0,3049	90,70
Densidade de formigueiros (n/ha)	0,4950	0,3679	88,10

* valores significativos (F; p<0,01).

A intensidade amostral adequada para representar a área de formigueiro variou entre 5,18 e 9,21%, apresentando um erro esperado entre 20 e 15%; para a densidade, as intensidades amostrais foram de 0,96 e 1,75 % , com erros de 20 e 15%, respectivamente (Tabela 7).

Tabela 7. Estimativa do número de parcelas de tamanho ótimo (420m^2 para área e 160m^2 para densidade de formigueiros) por hectare e intensidade amostral (IA) em função do erro esperado. Belo Oriente, Minas Gerais.

Erro esperado (%)	Número de parcelas de tamanho ótimo por hectare			
	Área de formigueiro (m^2/ha)	IA (%)	Densidade de formigueiro (n/ha)	IA (%)
1	493,64	2073,28	240,77	385,23
5	19,75	82,93	9,63	15,41
10	4,94	20,73	2,41	3,85
15	2,19	9,21	1,07	1,75
20	1,23	5,18	0,60	0,96
25	0,79	3,32	0,39	0,62
30	0,55	2,30	0,27	0,43

Um trabalho realizado na V&M Florestal, na região de cerrado no município de Bocaiúva, Minas Gerais, determinou que para o tamanho ótimo de parcelas para amostragem, que representa tanto a área como a densidade de sauveiros, é recomendado, uma intensidade amostral de 2,64% ou 1,32%, que é equivalente ao lançamento de uma parcela de 840m^2 a cada três ou seis há, para um erro esperado de 5% ou 10%, respectivamente (Zanetti et al., 2003a).

O emprego de parcelas de 840m^2 na proporção de uma para cada 5ha, permite estimar tanto a densidade quanto a área de sauveiros para um erro esperado de 5% e intensidade amostral de 1,68%, em áreas de reflorestamento da V&M Florestal, no município de Bocaiúva, Minas Gerais, possibilitando, dessa forma, priorizar a área a ser combatida, estimar a quantidade de isca a ser utilizada, bem como o rendimento e, conseqüentemente, o número de pessoas necessárias para o controle (Oliveira et al., 2004).

No trabalho realizado no município de Montes Claros, Minas Gerais, em plantações de *Eucalyptus* spp., para determinar os métodos de amostragem para monitorar o número e a área de formigueiros nos eucaliptais, concluiu-se que o uso de parcelas aleatórias de 720m^2 a cada 5ha mostrou menor número de hectares amostrado por hora, quando comparado ao lançamento de transectos em faixas a cada 120, 150 e 180 metros (Zanuncio et al., 2004).

Como visto, a intensidade amostral utilizada em programas de monitoramento de formigas cortadeiras em florestas cultivadas no Brasil tem variado entre 1,3 e 9,2% e é diferente entre locais. Isso ocorre devido às características ambientais e de manejo específicas de cada local, que influenciam a forma como as populações de formigas cortadeiras se distribuem no tempo e no espaço. Isso demonstra que um plano elaborado para um determinado local não pode ser utilizado em outro com a mesma precisão. Portanto, cada local necessita de um plano de amostragem específico.

A escolha de uma intensidade específica depende da precisão e do custo da amostragem, o qual não pode ser maior que 10% do custo de combate no qual os seus resultados serão utilizados, pois tornaria inviável a sua execução.

4.3 Desenvolvimento do plano de amostragem pelo método de transectos em faixas

Verificou-se que qualquer uma das linhas testadas para o lançamento de primeiro transecto pode ser utilizada no monitoramento de formigas cortadeiras na área de estudo (Tabela 8). Entretanto, por motivos práticos, selecionou-se a linha de número 3, que apresentou maior valor de correlação entre a população censoriada e amostrada tanto para a densidade quanto para a área de formigueiros por hectare. Além disso, ela tem um alinhamento mais regular que a linha 1, o que facilita o caminhamento e a locação das amostras.

Tabela 8. Correlação entre o censo e a amostragem de formigas cortadeiras com transectos iniciados em diferentes linhas de plantio. Belo Oriente, Minas Gerais.

Variável	Linha de início dos transectos*				
	1	3	5	7	9
Área de formigueiros (m^2/ha)	0,985	0,997	0,960	0,988	0,989
Densidade de formigueiros (n/ha)	0,996	0,998	0,997	0,998	0,989

* todos os valores foram significativos (r-Pearson; $p<0,01$).

Dentre as distâncias testadas para o lançamento dos transecto em faixa, apenas as de 24, 48, 96 e 168 metros tiveram valores significativos para todas as linhas de lançamento do primeiro transecto, em ambos os parâmetros avaliados (densidade e área de ninhos) (Tabela 9). As melhores correlações foram obtidas pelas distâncias de 24 e 48 metros, porém elas apresentaram intensidade amostral acima de 10%, o que tornaria a sua execução inviável economicamente

para empresa. As distâncias de 96 e 168 metros apresentaram, também, valores de correlação elevados, mas com valores de intensidade amostral de 6,25 e 3,57% respectivamente, os quais foram aceitáveis do ponto de vista de custo pela empresa, considerando o custo da amostragem, que não deve ultrapassar 10% do custo do combate (Tabela 9).

Tabela 9. Correlação entre o censo e a amostragem de formigas cortadeiras com transectos em faixa, locados em diferentes distância e linhas de início, e a intensidade amostral (IA) para cada distância. Belo Oriente, Minas Gerais.

Dist	Densidade de ninhos(n/ha)					Área de ninhos (m^2/ha)					IA
(m)	1	3	5	7	9	1	3	5	7	9	(%)
24	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	25,00
48	0,96	0,96	0,99	0,97	1,00	0,99	0,99	1,00	0,98	1,00	12,50
72	0,94	$0,74^{ns}$	0,96	0,97	0,94	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	8,33
96	0,97	0,99	0,91	0,94	0,94	0,99	1,00	1,00	1,00	0,99	6,25
120	$0,86^{ns}$	0,94	$0,86^{ns}$	$0,87^{ns}$	1,00	0,99	0,99	0,99	0,98	0,95	5,00
144	$0,78^{ns}$	$0,67^{ns}$	$0,70^{ns}$	$0,70^{ns}$	0,92	0,98	0,97	0,97	0,96	0,98	4,17
168	0,93	0,93	0,91	0,91	0,97	0,98	0,99	0,96	1,00	0,94	3,57
192	0,92	$0,63^{ns}$	$0,78^{ns}$	0,97	0,88	1,00	0,97	0,97	0,98	0,99	3,13
216	$0,75^{ns}$	0,98	$0,87^{ns}$	0,89	0,93	0,96	0,99	0,94	0,98	0,98	2,78
240	$0,74^{ns}$	0,99	$0,77^{ns}$	$0,45^{ns}$	0,94	0,98	1,00	0,99	0,92	0,94	2,50
264	0,93	0,99	$0,69^{ns}$	0,88	0,94	0,98	0,99	0,96	0,99	0,97	2,27
288	0,90	$0,77^{ns}$	$0,48^{ns}$	$0,48^{ns}$	0,93	0,94	0,94	0,97	0,89	0,88	2,08
312	$0,69^{ns}$	0,88	$0,82^{ns}$	0,94	0,93	0,97	0,88	0,98	0,98	0,98	1,92
336	0,94	$0,84^{ns}$	$0,71^{ns}$	0,94	0,99	0,95	0,97	0,98	0,98	0,98	1,79
360	0,99	0,94	$0,84^{ns}$	0,99	$0,62^{ns}$	0,95	0,97	0,99	0,99	0,91	1,67

^{ns} valores não significativos (r-Pearson; p>0,01).

Estudo semelhante foi desenvolvido em eucaliptais em Montes Claros, Minas Gerais, onde se verificou que o lançamento de transectos em faixa de 9m de largura a partir da sétima linha de plantio obteve a melhor correlação com o censo dos formigueiros (Sossai, 2001).

No trabalho realizado na região de cerrado, no município de Bocaiúva, Minas Gerais, concluiu-se que as linhas de plantio 1, 3, 5, 7 ou 9 podem ser utilizadas para o lançamento do primeiro transecto e que a distância ótima entre eles foi de 96 metros, para estimar a área (m^2/ha) e a densidade de sauveiros (n/ha), por apresentarem menor erro de estimativa e implicar em menor custo com amostragem (Caldeira, 2002). Foi selecionada a quinta linha por ter apresentado maior valor numérico de correlação e por ter alinhamento mais regular do que as duas primeiras (Zanuncio et al., 2003a). Em um estudo semelhante conduzido em Montes Claros, Minas Gerais, constatou-se que o lançamento de um transecto de 9 metros de largura a cada 120 metros distância, pode ser recomendado para monitorar o número e a área de colônias de formigas cortadeiras nos eucaliptais estudados (Zanuncio et al., 2004).

Da mesma forma com ocorreu com os planos de parcelas ao acaso, os planos de amostragem por transectos são diferentes entre locais, pelos mesmos motivos citados anteriormente. Portanto, eles não podem ser generalizados, e sim regionalizados.

4.4 Comparação dos estimadores de densidade entre os métodos de transectos em faixas e em linhas

A estimativa da densidade de ninhos de formigas cortadeiras pelo estimador de Área Proporcional, usando transectos em faixa, é mais precisa do que pelo estimador Cottan&Curtis, usando transectos em linha (Tabela 10). Esse estimador produziu um erro médio de apenas 1,17% em relação ao censo, não diferindo estatisticamente deste ($p>0,05$), enquanto o estimador de

Cottan&Curtis superestimou a população em 445,8%, diferindo do censo. Isso indica que o estimador de Área Proporcional deve ser utilizado para calcular a densidade populacional de formigueiros quando se utilizam transectos em faixas de duas entrelinhas de largura, lançados a cada 96m a partir da terceira linha de plantio, em programas de monitoramento dessa praga em eucaliptais da região estudada.

Tabela 10. Densidade de formigueiro (n/ha) observada (censo) e calculada pelos estimadores de Área Proporcional em transectos em faixa e Cottan&Curtis, utilizando transectos em linha de duas entrelinhas de largura a cada 96m e intensidade amostral (IA). Belo Oriente, Minas Gerais.

Método	Estimador	Densidade (n/ha)*	Erro (%)	IA (%)
Censo	-	78,45 a	0,00	100,00
Transectos em faixa	Área Proporcional	80,91 a	1,17	6,25
Transectos em linha	Cottan&Curtis	428,18 b	445,80	6,25

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Scott-Knott; p>0,05).

4.5 Desenvolvimento do plano de amostragem pelo método de quadrantes

A distribuição casual dos formigueiros permitiu a elaboração de um plano de amostragem pelo método de quadrantes, pois esse método baseia-se na premissa de que deve haver relação inversa entre a densidade dos indivíduos por área e as distâncias entre eles, em uma população de distribuição espacial aleatória (Matteucci & Colma, 1982).

O método de amostragem por quadrantes com estimador de Pollard, locados independentemente dos blocos de mesmo alinhamento de plantio, foi o único que apresentou população estimada semelhante ao censo (Scott-Knott; p>0,05), produzindo um erro médio de apenas 9,25% (Tabela 11). Isso ocorreu

porque o estimador de Cottan&Curtis utiliza a média da distância do ponto amostral ao formigueiro para calcular a área média ocupada por cada formigueiro, com base em um espaçamento "quadrado"; já o estimador proposto por Pollard encontra a área média ocupada por cada indivíduo assumindo uma área "circular" ao redor do ponto em que ocorrem os formigueiros. Este diferencial entre os estimadores faz com que o de Pollard apresente maior acurácia que o de Cottan & Curtis.

Tabela 11. Densidade de formigueiro (n/ha) observada (censo) e estimada pelos métodos de quadrantes com diferentes estimadores e erro (%) e a intensidade amostral (IA). Belo Oriente, Minas Gerais.

Método	Estimador	Densidade (n/ha)*	Erro (%)	IA (%)
Censo	-	78,45 b	0,00	100
Quadrantes por talhão	Pollard	71,19 b	9,25	6,37
Quadrantes por talhão	Cottan&Curtis	62,59 a	20,21	6,37
Quadrantes por blocos	Pollard	55,00 a	29,88	12,48
Quadrantes por blocos	Cottan&Curtis	48,08 a	38,71	12,48

*Médias seguidas pela mesma não diferem entre si (Scott-Knott; p>0,05).

O desenvolvimento de planos de amostragem por quadrantes considerando blocos de mesmo alinhamento produziu erros de estimativa da densidade de formigueiros maiores do que os planos que não consideram esses blocos, independentemente do estimador utilizado (Tabela 11). Este fato pode ser explicado, pois o número de pontos amostrados pelo plano de blocos de mesmo alinhamento (41,80) foi menor que o plano por talhão (116,60) (Tabela 12). Esta diferença é devida a dois motivos. O primeiro é que a distância entre os pontos de amostragem no plano por blocos foi muito maior do que para o plano por talhão (Tabela 12), pois durante a medição das 50 distâncias aleatórias só

foram observados os formigueiros do bloco com mesmo alinhamento, não considerando possíveis formigueiros mais próximos que pertenciam a outro bloco. O segundo é que os blocos tinham formato muito irregular, fazendo com que muito pontos fossem locados fora do bloco devido a sua distribuição sistemática, diminuindo assim, o número de pontos, ao contrário do plano por talhão, que possuía um formato mais regular.

Tabela 12. Número de pontos quadrantes e distância entre os pontos amostrados para cada talhão, considerando blocos de mesmo alinhamento e por talhão. Belo Oriente, Minas Gerais.

Talhão	Por blocos		Por talhões	
	Número de pontos	Distância entre pontos	Número de pontos	Distância entre pontos
437	28,00	56,00	43,00	34,00
435	25,00	88,00	22,00	53,00
436	46,00	65,00	146,00	46,00
434	59,00	61,00	168,00	43,00
433	51,00	61,00	204,00	43,00
Média	41,80	66,30	116,60	43,80

A comparação entre todos os métodos de amostragem e estimadores utilizados evidenciou que os métodos de amostragem utilizando quadrantes por talhão com o estimador de Pollard e transecto em faixa com estimador de Área Proporcional não diferiram do censo (Scott-Knott; $p>0,05$) e apresentaram, também, valores de intensidade amostral semelhantes, indicando que eles podem ser usados para estimar a densidade de formigueiros em programas de monitoramento de formigas cortadeiras na região estudada (Tabela 11). Os demais métodos foram semelhantes entre si e diferentes do censo, os que os

desqualificam para uso no monitoramento dessa região. Além disso, os métodos de quadrantes por blocos apresentaram intensidade amostral elevada e inviável economicamente.

Foi feita uma comparação entre os melhores métodos de amostragem utilizados, verificando-se que os métodos de amostragem por transectos em faixa com estimador de Área Proporcional e quadrantes por talhão com estimador de Pollard não diferem do censo (Scott-Knott; p>0,05), indicando que podem ser utilizados no monitoramento de formigas cortadeiras na região de Belo Oriente, Minas Gerais (Tabela 13).

Tabela 13. Densidade de formigueiro (n/ha) observada (censo) e estimada pelos diferentes métodos de amostragem e estimadores, e erro (%) e a intensidade amostral (IA). Belo Oriente, Minas Gerais.

Método	Estimador	Densidade (n/ha)*	Erro (%)	IA (%)
Censo	-	78,45 a	0,00	100
Transectos em faixa	Área Proporcional	80,91 a	1,17	6,25
Quadrantes por talhão	Pollard	71,19 a	9,25	6,37

*Médias seguidas pela mesma não diferem entre si (Scott-Knott; p>0,05).

4.6 Validação do método de transecto em faixa com estimador de Área Proporcional

No teste de exatidão do plano de amostragem por transectos em faixas com estimador de Área Proporcional, verificou-se que o erro médio da estimativa de área de sauveiros por hectare foi de 10,09% (Tabela 14), indicando que o modelo está adequado para utilização na região estudada. A variação encontrada entre talhões é normal em modelos de estimação e não deve ser considerada limitante para a utilização desse modelo. Nesse caso, o erro médio

encontrado na extrapolação do modelo para os demais talhões da região deve ser incorporado nos cálculos de área de sauveiros.

Tabela 14. Área de sauveiros observada e estimada e erro de amostragem de 10 talhões reflorestados com eucalipto. Belo Oriente, Minas Gerais.

Talhão	Área do talhão (ha)	Área de sauveiros (m^2/ha)		Erro	
		censo	amostra	m^2/ha	%
255	42,80	365,44	297,46	67,98	18,60
256	35,30	142,04	120,29	21,75	15,32
258	40,40	72,60	25,69	46,91	64,62
259	24,70	250,08	230,92	19,16	7,66
260	35,40	132,57	166,31	33,74	25,45
261	37,60	32,58	72,49	39,91	122,49
262	43,40	30,16	44,89	14,73	48,84
263	57,50	53,37	50,24	3,14	5,88
264	58,50	141,49	93,51	47,98	33,91
266	36,90	18,70	12,20	6,50	34,74
Média	34,38	123,90	111,40	12,50	10,09

A estimativa da área de quenquenzeiros grandes e pequenos e do número de tanajuras e de olheiros soltos apresentou erros médios de 46,89, 67,00, 59,64 e de 60,81%, respectivamente (Tabelas 15 a 18).

Tabela 15. Número de tanajuras observado e estimado e erro de amostragem de 10 talhões reflorestados com eucalipto. Belo Oriente, Minas Gerais.

Talhão	Área do talhão (ha)	Área de tanajuras (n/ha)		Erro	
		censo	amostra	n/ha	%
255	42,80	42,31	10,20	32,12	75,90
256	35,30	29,24	14,94	14,29	48,88
258	40,40	31,49	27,04	4,45	14,12
259	24,70	56,64	17,13	39,51	69,75
260	35,40	66,10	23,98	42,12	63,72
261	37,60	36,46	42,50	6,04	16,57
262	43,40	38,73	19,81	18,93	48,87
263	57,50	73,83	55,58	18,24	24,71
264	58,50	66,65	20,88	45,77	68,67
266	36,90	46,64	27,15	19,49	41,79
Média	34,38	48,81	25,92	22,89	46,89

Tabela 16. Área de quenquenzeiros maiores que 1m^2 de terra solta observada e estimada e erro de amostragem de 10 talhões reflorestados com eucalipto. Belo Oriente, Minas Gerais.

Talhão	Área do talhão (ha)	Área de quenquenzeiros >1 m^2 (m^2/ha)		Erro	
		censo	amostra	m^2/ha	%
255	42,80	1,38	4,37	2,99	217,02
256	35,30	5,64	0,00	5,64	100,00
258	40,40	1,91	2,97	1,07	56,05
259	24,70	10,28	1,07	9,21	89,59
260	35,40	4,18	0,97	3,21	76,87
261	37,60	3,09	3,29	0,21	6,80
262	43,40	1,80	0,22	1,58	87,76
263	57,50	3,77	1,34	2,44	64,60
264	58,50	31,37	7,76	23,61	75,27
266	36,90	3,22	0,00	3,22	100,00
Média	34,38	6,66	2,20	4,46	67,00

Tabela 17. Área de quenquenzeiros menores que 1m^2 de terra solta observada e estimada e erro de amostragem de 10 talhões reflorestados com eucalipto. Belo Oriente, Minas Gerais.

Talhão	Área do talhão (ha)	Área de quenquenzeiros <1 m^2 (m^2/ha)		Erro	
		censo	amostra	m^2/ha	%
255	42,80	12,83	4,81	8,02	62,52
256	35,30	13,60	2,19	11,41	83,92
258	40,40	12,08	7,84	4,24	35,09
259	24,70	16,03	7,14	8,89	55,48
260	35,40	23,59	7,74	15,85	67,21
261	37,60	19,52	13,84	5,68	29,11
262	43,40	12,97	6,82	6,15	47,41
263	57,50	23,77	8,82	14,96	62,91
264	58,50	47,79	13,81	33,99	71,11
266	36,90	25,15	10,68	14,47	57,55
Média	34,38	20,73	8,37	12,37	59,64

Tabela 18. Número de olheiros soltos observado e estimado e erro de amostragem de 10 talhões reflorestados com eucalipto. Belo Oriente, Minas Gerais.

Talhão	Área do talhão (ha)	Número de olheiros soltos (n/ha)		Erro	
		censo	amostra	n/ha	%
255	42,80	105,86	30,45	75,42	71,24
256	35,30	39,41	15,67	23,73	60,22
258	40,40	30,77	18,12	12,65	41,12
259	24,70	83,20	28,55	54,65	65,68
260	35,40	62,60	27,85	34,75	55,51
261	37,60	19,79	17,46	2,32	11,75
262	43,40	16,84	5,50	11,34	67,34
263	57,50	31,65	22,18	9,47	29,93
264	58,50	63,66	11,93	51,72	81,25
266	36,90	23,04	9,15	13,88	60,27
Média	34,38	47,68	18,69	28,99	60,81

Essas últimas variáveis populacionais apresentaram erros de estimativa maiores devido à dificuldade de encontrar quenquenzeiros pequenos (<1m^2) e olheiros soltos em meio à serrapilheira da floresta e, também, porque as tanajuras e olheiros soltos podem ser confundidos com olheiros de algum sauveiro próximo. Apesar disso, elas são pouco influentes na tomada de decisão de controle, a qual considera a área de sauveiros a principal variável. Nesse caso, como a área de sauveiros teve erro médio pequeno, isso não compromete o resultado da tomada de decisão, mas apenas a estimativa de consumo de formicida por talhão.

Para reduzir o erro de estimativa de consumo, recomenda-se o uso da área média de todas as variáveis populacionais medidas, conforme consta na Tabela 19. Essa estratégia reduz, além do erro da estimativa, a variação do erro entre talhões, aumentando a confiabilidade e a precisão dos resultados na extrapolação do modelo para outras áreas da região. Nesse caso, também, deve-se incorporar o erro encontrado (32,78%) nos cálculos de área de formigueiros para obter os valores de consumo e a previsão de combate dos talhões avaliados.

Tabela 19. Média geral de área de formigueiros observada e estimada e erro de amostragem de 10 talhões reflorestados com eucalipto. Belo Oriente, Minas Gerais.

Talhão	Área do talhão (ha)	Área de formigueiros (m^2/ha)		Erro	
		censo	amostra	m^2/ha	%
255	42,80	527,83	347,28	180,55	34,21
256	35,30	229,92	153,09	76,82	33,41
258	40,40	148,84	81,66	67,18	45,14
259	24,70	416,23	284,82	131,42	31,57
260	35,40	289,04	226,84	62,20	21,52
261	37,60	111,44	149,58	38,15	34,23
262	43,40	100,51	77,24	23,26	23,15
263	57,50	186,40	138,15	48,25	25,88
264	58,50	350,96	147,89	203,06	57,86
266	36,90	116,75	59,18	57,57	49,31
Média	34,38	247,79	166,57	81,22	32,78

5 CONCLUSÕES

1- A distribuição espacial dos formigueiros na região de Belo Oriente, Minas Gerais, é ao acaso;

2- O tamanho ótimo da parcela para representar a área de formigueiros é de $420m^2$, e para representar a densidade, de $160m^2$;

3- A distância ótima entre os transectos em faixas é de 96m, lançados a partir da terceira de plantio;

4- O erro médio da estimativa de área de sauveiros por hectare é de 10,09%, indicando que o modelo está validado para utilização na região de estudo;

5- A estimativa da densidade de ninhos de formigas cortadeiras pelo estimador de Área Proporcional usando transectos em faixa é mais precisa do que pelo estimador Cottan&Curtis para o método de transectos em linha;

6- A estimativa da densidade de ninhos de formigas cortadeiras pelo estimador de Pollard apresenta maior acurácia do que pelo estimador Cottan&Curtis para o método de quadrantes;

7- Os métodos de amostragem utilizando quadrantes por talhão com o estimador de Pollard e transecto em faixa com estimador de Área Proporcional são adequados para utilização em programa de monitoramento na região de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALÍPIO, A. S. **Controle de formigas cortadeiras.** Florestal, Normas técnicas da Pains Florestal, 1989. 8 p.

AMANTE, E. Prejuízos causados pela formiga saúva em plantações de *Eucalyptus* e *Pinus* no Estado de São Paulo. **Silvicultura**, São Paulo, v. 6, p. 355-363, 1967.

AMARAL-CASTRO, N. R. **Sistema de amostragem e avaliação de danos por cupins de cerne (Insecta: Isoptera) em plantios de *Eucalyptus* spp**. 2000. 97 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

AMARAL-CASTRO, N. R.; ZANETTI, R.; MORAES, J. C.; ZANUNCIO, J. C.; FREITAS, G. D.; SANTOS, M. S. Species of soil inhabiting termites (Insecta: Isoptera) collected in eucalyptus plantations in the State of Minas Gerais, Brazil. **Sociobiology**, Chicago, v. 44, n. 3, p. 717-726, 2004.

ANJOS, N.; MOREIRA, D. D. O.; DELLA LUCIA, T. M. C. Manejo integrado de formigas cortadeiras em reflorestamentos. In: _____. DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **As formigas cortadeiras**. Viçosa, 1993. p. 212-241.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL - BRACELPA. 2003. Disponível em: <http://www.bracelpa.org.br>. Acesso em: 10 mar. 2004.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWSEND, C. R. **Ecology:** individuals, populations and communities. 3. ed. Oxford: Blackwell Scientific, 1996. 1068 p.

BERNSTEIN, R. A.; GOBBEL, M. Partitioning of space in communities of ants. **Journal of Animal Ecology,** Oxford, v. 48, n. 3, p. 931-942, 1979.

CALDEIRA, M. A. **Planos de amostragem de sauveiros em eucaliptais**. 2002. 39 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CHAVES, L. J. **Tamanho da parcela para seleção de progênies de milho (*Zea mays*).** 1985. 148 p. (Tese de Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CLARK, P. J.; EVANS, F. C. Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationships in populations. **Ecology,** Washington, v. 35, n. 4, p. 445-453, 1954.

CLARK, P. J.; EVANS, F. C. On some aspects of spatial pattern in biological populations. **Science,** Washington, v. 121, n. 3142, p. 397-398, 1955.

COTTAN, G.; CURTIS, J. T. A method for making rapid surveys of woodlands by means of randomly selected trees. **Ecology**, Washington, v. 30, n. 2, p. 101-104, 1949.

COTTAN, G.; CURTIS, J. T. The use of distance measures in phytosociological sampling. **Ecology**, Washington, v 37, n. 4, p. 471-475, 1956.

CROCOMO, W. B. O que é manejo integrado de pragas. In: CROCOMO, W. B. (Ed). **Manejo Integrado de Pragas**. São Paulo: UNESP, 1990. p. 9-34.

DELLA LUCIA, T. M. C. Espécies de Formigas Cortadeiras no Brasil. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed). **As formigas cortadeiras**. Viçosa, 1993. p. 26-31.

DELLA LUCIA, T. M. C.; ARAÚJO, M. S. Fundação e estabelecimento de formigueiros. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed). **As formigas cortadeiras**. Viçosa, 1993. p. 60-83.

DONCASTER, C. P. The spatial distribuition of ant' nest on Ramsey Island, South Wales. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 50, n. 1, p. 195-218, 1981.

FERREIRA, F. A. **Patologia florestal:** principais doenças florestais no Brasil. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1989. 570 p.

FORTI, L. C.; ANDRADE, A. P. P.; RAMOS, V. M. Biologia e comportamento de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae): implicações no seu controle. IPEF, Piracicaba, v. 13, p. 103-114, 2000.

FOWLER, H. G.; PEREIRA-DA-SILVA, V.; FORTI, L. C. Population dynamics of leaf-cutting ants: a brief review. In: LOFGREEN, C. S.; VANDERMEER, R. K. **Fire ants and leaf-cutting ants**: a synthesis of current knowledge. Boulder: Westview Press, 1985. p. 123-145.

FOWLER, H. G.; ROBINSON, S. W. Foraging and grass selection by the grass-cutting ant *Acromyrmex landolti fracticornis* (Forel) (Hymenoptera: Formicidae) in habitats of introduced forage grasses in Paraguay. **Bulletin of Entomological Research, Oxford,** v. 67, n. 4, p. 659-666, Dec. 1977.

FRANKS, A. B. S.; FRANKS, N,R. Demonstrating new social interactions in ant colonies through randomization tests: separating seeing from believing. **Animal Behaviour**, London, v. 50, n. 6, p. 1683-1696, Dec. 1995.

FREITAS, S. **Efeito do desfolhamento na produção de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden (Myrtaceae) visando avaliar os danos causados por insetos desfolhadores**. 1988. 99 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

FREITAS, S.; BERTI FILHO, E. Efeito do desfolhamento no crescimento de *Eucalyptus grandis* Hill Ex. Maiden (Myrtaceae). IPEF, Piracicaba, v. 47, p. 36-43, 1994.

GOODLAND, R. A physiognomic analysis of the cerrado vegetation of south-central Brazil. **Journal of Ecology**, Oxford, v 59, n. 2, p 411-419, 1971.

GORENSTEIN, M. R. **Métodos de amostragem no levantamento da comunidade arbórea em floresta estacional semidecidual**. 2002. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

GREIG-SMITH, P. **Quantitative plant ecology**. London: Butterworths Scientific, 1957. 198 p.

HERBERS, J. M. Seasonal structuring of a north temperature ant community. **Insectes Sociaux,** Basel, v. 32, n. 3, p. 224-240, 1985.

HERMANN, R. **Ecologia**. São Paulo: Springer/EDUSP, 1982. 355 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRÁFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. 2002. v. 17, p. 1-39. Disponível em: <http://www.ibge.org.br>. Acesso em: 15 mar. 2004.

KREBS, C. J. **Ecological methodology**. New York: Harper & Row, 1989. 654 p.

LESSMAN, K. J.; ARKINS, R. E. Optimum plot size and relative efficiency of lattice designs for grain sorghum yield tests. **Crop Science,** Madison, v. 3, n. 5, p. 477-481, Sept./Oct. 1963.

LEVINGS, S. C. Seasonal, annual, and among-site variation in the ground ant community of a decíduos tropical forest: some causes of patchy species distributions. **Ecological Monographs,** Washington, v. 53, n. 4, p. 435-455, 1983.

LEWIS, T.; NORTON, G. A aerial bating to control leaf-cutting ants (Formicidae: Atinni) en Trinidad. **Bulletin of Entomology Research,** Oxford, v. 63, n. 2, p. 289-303, Dec. 1973.

LOBÃO, D. E. V. P. **O emprego do método de quadrantes na análise fitossociológica de um fragmento de mata atlântica, no sudeste da Bahia**. 1993. 121 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, MG.

LOPES, E. T. **Distribuição e métodos de amostragem de sauveiros em plantações de eucalipto**. 2000. 53 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MACARTUR, R. H.; WILSON, E. O. **The theory of island biogeography**. Princeton: University Press, 1967. 203 p.

MARICONI, F. A. M. **As saúvas**. São Paulo: Agronomica Ceres, 1970. 167 p.

MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: UNICAMP, 1993. 246 p.

MATTEUCCI, S. D.; COLMA, A. **Metodologia para el studio de la vegetation**. Washington, D. C.: DEA, 1982. 182 p.

MENDES FILHO, J. M. A. **Técnicas de combate à formiga**. Piracicaba: IPEF, 1979. p. 1-19. (IPEF. Circular Técnica, 75).

MORAES, J. C.; ZANETTI, R.; AMARAL CASTRO, N. L.; ZANUNCIO, J. C.; ANDRADE, H. B. Effect of *Eucalyptus* species and soil type on infestion levels of heartwood termites (Insecta: Isoptera) in reforested areas of Brazil. **Sociobiology**, Chicago, v 39, n. 1, p 145-153, 2002.

MOSCOVICH, F. A. **Comparação de diferentes métodos de amostragem, de área fixa e variável, em uma floresta ombrófila mista**. 1998. 99 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

NICHOLAS, J. T.; VILELA, E. F. Territorial mechanisms in post-nuptial flight gynes of the leaf-cutting ant *Atta laevigata* (F. Smith). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil,** Piracicaba, v. 24, n. 2, p. 389-400, ago. 1996.

OLIVEIRA, A. C.; ANDRADE, H. B.; MOURA, M. A.; ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J. C. Efeito da área e forma de fragmentos florestais sobre comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 30., 2004, Gramado. **Anais...** Gramado, 2004. p. 152.

OLIVEIRA, A. C.; BARCELOS, J. A. V.; MORAES, E. J.; FREITAS, G. D. Um estudo de caso: o sistema de monitoramento e controle de formigas cortadeiras na Mannesmann & Florestal Ltda. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **As formigas cortadeiras**. Viçosa, 1993. p. 242-255.

OLIVEIRA, M. A. **Identificação de formigas cortadeiras e efeito do desfolhamento simulado em plantios de *Eucalyptus grandis*.** 1996. Viçosa, 61 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PASCHOAL, A. D. **Pragas, praguicidas e a crise ambiental:** problemas e soluções. Rio de Janeiro: Editora Getulio Vargas, 1979. 102 p.

PEREIRA-DA-SILVA, V. Contribuição do estudo das populações de *Atta sexdens rubropilosa* Forel e *Atta laevigata* (F. Smith) (Hymenoptera: Formicidae) no estado de São Paulo. **Studia Entomológica**, Petrópolis, v. 18, p. 201-250, 1975.

POLLARD, J. H. On distance estimators of density in randomly distributed forests. **Biometrics**, Washington, v. 27, n. 4, p. 991-1002, Dec. 1971.

PRICE, P. W.; WALDBAUER, G. P. Ecological aspects of pest management. In: METCALF, R. L.; LUCKMAN, W. H. (Ed.). **Introduction to insect pest management**. New York: Wiley Interscience, 1975. p. 37-73.

RAMOS, V. M.; FORTI, L. C.; ANDRADE, A. P. P.; LOPES, J. F. S.; CAMARGO, R. S.; VERZA, S. S.; NORONHA, N. C. Densidade e distribuição

espacial de colônias de *Atta sexdens rubropilosa* e *Atta laevigata* (Hym. : Formicidae) em área de plantio de *Eucalyptus* spp. In : SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 16., 2003, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2003. p. 174-176.

RODRIGUES, R. R. **Métodos fitossociológicos mais usados**. Campinas: CATI, 1998. 6 p. (Casa da Agricultura, v. 10, n. 1.).

SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V.; SOSSAI, M. F.; LACERDA, M. C. Distribuição de sauveiros no interior e nos aceiros de talhões de *Eucalyptus urophylla*. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 16., 2003, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2003. p. 179-180.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; NOVA, N. A. V. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Ceres, 1976. 420 p.

SKELLAM, J.G. Studies in statistical ecology. **Biometrika**, v.39, p. 346-362, 1952.

SOARES, S. M. **Distribuição espacial e riqueza de espécies de formigas**. 1999. 52 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SIVICULTURA (SBS). **Desenvolvido pela Sociedade Brasileira de Silvicultura.** 2001. Disponível em: <http://www.sbs.org.br/secure/estatistica.htm>. Acesso em: 8 ago. 2003.

SOSSAI, M. F. **Avaliação de métodos de amostragem de formigas cortadeiras em plantios de *Eucalyptus* spp**. 2001. 56 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

TORRES, G. Plantar para não devastar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 185, p. 3, 1996.

VILELA, E. F. Status of leaf-cutting and control in forest plantations in Brasil. In: LOFGREN, C. S.; VANDERMEER, R. K. (Ed.). **Fire ants and leaf-cutting ants:** biology and management. Boulder: Wesview Press, 1986. p. 399-408.

WALOFF, N.; BLACKITWH, R. E. The growth and distribution of the mounds of *Lasius flavus* (Fabricius) (Hymenoptera, Formicidae) in Silkwood Park, Berkshire. **Journal of Animal Ecology**, Cambridge, v. 31, n. 3, p. 421-437, 1962.

WESELOH, R. M. Spatial distribution of the ants *Formiga subsericea, Formiga neogaster* and *Aphaenogaster fulva* (Hymenoptera: Formicidae) in Connecticut. **Environmental Entomology,** Lanham, v. 23, n. 5, p. 1165-1170, Oct. 1994.

ZANETTI, R. **Estimativa do nível de dano econômico causado por formigas cortadeiras em Eucaliptais**. 1998. 85 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ZANETTI, R. **Manejo integrado de pragas e receituário agronômico**: Amostragem de populações de insetos no manejo de pragas. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 30 p.

ZANETTI, R.; AMARAL-CASTRO, N. R.; MORAES, J. C.; ZANUNCIO, J. C.; OLIVEIRA, A. C.; DIAS, N. Estimation of wood volume losses by heartwood termites (Insecta: Isoptera) in eucalyptus plantations in the State of Minas Gerais, Brazil. **Sociobiology**, Chicago, v. 45, n. 3, 2005. (no prelo).

ZANETTI, R.; CALDEIRA, M. A.; MORAES, J. C.; ZANUNCIO, J. C.; REIS, M. A.; GOMIDE, M. L. Determinação do tamanho ótimo de parcelas para amostragem de sauveiros (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 16., 2003, Florianópolis. **Anais....** Florianópolis: UFSC, 2003. p. 160-161, 2003a.

ZANETTI, R.; CALDEIRA, M. A.; MORAES, J. C.; ZANUNCIO, J. C.; REIS, M. A.; GOMIDE, M. L. Distribuição espacial de sauveiros (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 16., 2003, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2003b. p. 353-354.

ZANETTI, R.; JAFFÉ, K.; VILELA, E. F.; ZANUNCIO, J. C.; LEITE, H. G. Efeito da densidade e do tamanho de sauveiros sobre a produção de madeira em eucaliptais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 105-112, mar. 2000a.

ZANETTI, R.; VILELA, E. F.; ZANUNCIO, J. C.; LEITE, H. G.; FREITAS, G. D. Influência da espécie cultivada e da vegetação nativa circundante na densidade de sauveiros em eucaliptais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasilia, v. 35, n. 10, p. 1911-1918, out. 2000b.

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J. C.; VILELA, E. F.; LEITE, H. G.; JAFFÉ, K.; OLIVEIRA, A. C. Level of economic damage for leaf-cutting ants

(Hymenoptera: Formicidae) in *Eucalyptus* plantations in Brazil. **Sociobiology**, Chicago, v 42, n 2, p. 433-442, 2003c.

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

ZANUNCIO, J. C.; GUEDES, R. N. C.; ZANUNCIO, T. V.; FABRES, A. S. Species richness and abundance of defoliating Lepidoptera associated with *Eucalyptus grandis* in Brazil and their response to plant age. **Austral Ecology**, Victoria, v 26, n. 6, p. 582-589, Dec. 2001.

ZANUNCIO, J. C.; LARANJEIRO, A. J.; SOUZA. O. Controle de *Acromyrmex* subterraneus *molestans Santschi* (Hymenoptera: Formicidae) com sulfluramida. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, n. 3, p. 383-388, 1996.

ZANUNCIO, J. C.; LOPES, E. T.; LEITE, H. G.; ZANETTI, R.; SEDIYAMA, C. S.; FIALHO, M. C. Q. Sampling methods for monitoring the number area of colonies of leaf cutting ants (Hymenoptera: Formicidae) in *Eucalyptus* plantations in Brazil. **Sociobiology,** Chicago, v. 44, n. 2, p. 337-344, 2004.

ZANUNCIO, J. C.; LOPES, E. T.; ZANETTI, R.; PRATISSOLI, D.; COUTO, L. Spatial distribuition of nests of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: formicidae) in plantations of *Eucalyptus urophylla* in Brazil. **Sociobiology**, Chicago, v 39, n. 2, p. 231-242, 2002.

ZANUNCIO, J. C.; MEZZOMO, J. A.; GUEDES, R. N. C.; OLIVEIRA, A. C. Influence of strips of native vegetation on Lepdotera associated with *Eucalyptus cloeziana* in Brazil. **Forest Ecology and Mangement**, Amsterdam, v. 108, n. 1/2, p. 85-90, Aug. 1998.

ZANUNCIO, T. V.; ZANETTI, R.; CALDEIRA, M. A.; MORAES, J. C.; ZANUNCIO, J. C.; REIS, M. A.; GOMIDE, M. L. Plano de amostragem de sauveiros (Hymenoptera: formicidae) em eucaliptais com transectos em faixas. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 16., 2003, Florianópolis. **Anais. . .** Florianópolis: UFSC, 2003. p. 155-157, 2003a.

ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V.; FREITAS, F. A.; PRATISSOLI, D. Population density of Lepidoptera in plantation of *Eucalyptus urophylla* in State of Minas Gerais, Brazil. **Animal Biology**, Leiden, v. 53, n. 1, p. 17-26, July 2003b.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo