



**PLANOS DE AMOSTRAGEM DE
SAUVEIROS EM EUCALIPTAIS**

MARCELO ARAÚJO CALDEIRA

2002

MARCELO ARAÚJO CALDEIRA

**PLANOS DE AMOSTRAGEM DE SAUVEIROS EM
EUCALIPTAIS**

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

Orientador

Prof. Ronald Zanetti Bonetti Filho

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2002

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

Caldeira, Marcelo Araújo

Planos de amostragem de saueiros em eucaliptais / Marcelo Araújo Caldeira.

-- Lavras : UFLA, 2002.

39 p. : il.

Orientador: Ronald Zanetti Bonetti Filho.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

**I. Eucalipto. 2. Formiga cortadeira. 3. Amostragem. 4. Distribuição espacial. 5. Intensidade amostral. 6. Tamanho de parcela. 1. Universidade Federal de Lavras.
II. Título.**

CDD-634.97342

-634.969796

MARCELO ARAÚJO CALDEIRA

**PLANOS DE AMOSTRAGEM DE SAUVEIROS EM
EUCALIPTAIS**

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

APROVADA em 12 de agosto de 2002

José Cola Zanuncio.

UFV

Jair Campos Ferreira

UFLA


Prof. Ronald Zanetti Bonetti Filho
Orientador

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2002

Aos meus pais,

Jarbas Caldeira P. Coelho e Guiomar Horta. A. Caldeira

Dos quais obtive durante toda minha vida educação carinho

e principalmente amor,

DEDICO

Aos meus irmãos

Luciano, Mauricio, Wilhian e Rosana

Pelo companheirismo e amizade

OFEREÇO

A Deus pela vida, força e coragem para realização desse curso,

AGRADEÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Entomologia, pela oportunidade concedida para a realização e conclusão desta minha jornada.

Ào Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao meu amigo, companheiro e orientador Ronald Zanetti Bonetti Filho, que me trouxe a oportunidade de trabalhar com formigas cortadeiras desde a graduação, além de todo o apoio e incentivo durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores Jair Campos Moraes e José Cola Zanuncio pelo apoio e sugestões na realização deste trabalho.

Aos professores do Departamento de Entomologia Geraldo, Brigida e Renê pelos ensinamentos durante todo o curso.

Aos demais professores, funcionários e alunos do Departamento de Entomologia pela amizade, convívio e apoio, além da contribuição à minha formação acadêmica.

À Valourec & Mannesmann Tubes Ltda., pelo apoio financeiro e humano necessário à coleta dos dados, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho.

Aos professores Júlio e Daniel do DEX pelo apoio nas análises estatísticas.

Ao grande amigo José Carlos Pinto Coelho pelo estímulo, convivência e companheirismo.

Aos amigos, Fredão, Adeval, Evanildo, Erivelton, Marco Antônio, Denilson e Maurício pela amizade e coleguismo.

À Elka pela amizade, respeito, estímulo e companheirismo.

Aos colegas de prefeitura Pedro Laurente, Sueli, Kênia Angélica, César Gomes, Cristiane, Santos Ricardo, Sílvio Fernandes, Renilson, Cássia Marinho, Alcione, pelo convívio, amizade e coleguismo.

A Deus, pela proteção e oportunidade de estudar e obter conhecimentos, e a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram na minha formação profissional e humana durante o curso.

BIOGRAFIA

MARCELO ARAÚJO CALDEIRA, filho de Jarbas Caldeira Pinto Coelho e Guiomar Horta Araújo Caldeira, nasceu em Coronel Fabriciano, Minas Gerais, em 31 de maio de 1975.

Cursou o 1º grau na Escola Estadual Padre Cafê em Guanhães, Minas Gerais e o 2º grau na Escola Estadual Odilon Berhens também na mesma cidade. Em 1994, ingressou no curso de graduação em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Lavras (UFPA), concluindo-o em 1999.

Em março de 2000 iniciou o curso de Mestrado em Entomologia na Universidade Federal de Lavras, submetendo-se à defesa de dissertação em 12 de agosto de 2002.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	iii
1 INTRODUÇÃO	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO	04
2.1 Importância das formigas cortadeiras para os reflorestamentos no Brasil	04
2.2 Métodos de amostragem de formigas cortadeiras	06
2.3 Distribuição espacial de formigas cortadeiras	08
2.4 Tamanho ótimo de parcelas.....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Caracterização da área experimental	13
3.2 Coleta dos dados	13
3.3 Determinação da distribuição espacial	15
3.4 Determinação do tamanho ótimo de parcelas	16
3.5 Determinação da distância ótima entre transectos	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1 Determinação da distribuição espacial	20
4.2 Determinação do tamanho ótimo de parcelas	25
4.3 Determinação da distância ótima entre transectos	29
5 CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

RESUMO

CALDEIRA, Marcelo Araújo. Planos de amostragem de saueiros em eucaliptais. Lavras: UFLA, 2002. 39p. (Dissertação – Mestrado em Entomologia).*

A elaboração de um plano de amostragem é fundamental em programas de manejo integrado de formigas cortadeiras em reflorestamentos. Isso torna o processo de tomada de decisão mais preciso por considerar as variações locais e regionais da distribuição espacial dessa praga durante o monitoramento. Baseada nesta importância, desenvolveu-se esse trabalho como os objetivos de avaliar a distribuição espacial de saueiros em plantios de eucalipto, determinar o tamanho ótimo de parcelas para amostragem de formigas cortadeiras em eucaliptais e determinar a distância ótima entre transectos para amostragem desse inseto-praga. Para isso, utilizaram-se doze talhões de eucalipto, pertencentes a V&M Florestal Ltda, no município de Bocaiúva, Minas Gerais, que foram subdivididos em parcelas de 6 metros de largura por 20 metros de comprimento, contemplando parcelas de 120 m². Em cada parcela, os formigueiros foram identificados, contados e medidos. Os dados foram tabulados em planilha eletrônica para as análises propostas. Para determinar o tipo de distribuição espacial dos formigueiros, calculou-se as frequências observada e esperada dos formigueiros, segundo o modelo de distribuição de Poisson. Para determinar o tamanho ótimo de parcelas calculou-se as médias e as variâncias da área e da densidade de saueiros do total de parcelas amostradas e da divisão dessas ao meio até restarem no mínimo duas parcelas por divisão. Com esses dados foi gerada a equação de regressão do coeficiente de variação em função do tamanho da amostra (ha) para os parâmetros área (m²/ha) e densidade de saueiros (n/ha). Com os coeficientes da regressão obtidos, foi calculado o tamanho ideal da amostra pelo método da curvatura máxima. A intensidade amostral foi calculada para os parâmetros densidade e área de saueiros aos níveis percentuais de erro esperado de 1, 5, 10 e 30 %, dentro de um intervalo de confiança de 95%. Foram simulados os lançamentos de transectos a cada distância múltipla de 24 metros, variando de 24 a 312 metros considerando, um mínimo de dois transectos para cada uma das distâncias avaliadas por talhão. A influência do número da linha de plantio para o lançamento do primeiro transecto foi testada iniciando-se todas as distâncias de transectos acima nas linhas 1, 3, 5, 7 e 9. Não houve diferença entre as

* Comitê Orientador: Ronald Zanetti Bonetti Filho – UFLA (orientador); Jair Campos Moraes – UFLA (co-orientador); José Cola Zanuncio – UFV.

freqüências observada e esperada (χ^2 ; $p > 0,01$), resultando em uma distribuição ao acaso. Houve diferença entre o tamanho ótimo da parcela para representar a densidade e a área de saueiros. Obteve-se um tamanho ótimo de amostra para a densidade de saueiros (n/ha) de 430 m^2 e de 796 m^2 para a área de saueiros (m^2/ha). Como as parcelas utilizadas possuíam seis metros de largura por 20 metros de comprimento, adotou-se o arredondamento das parcelas para 840 m^2 , equivalente a seis metros de largura por 140 metros de comprimento, o que é suficiente para representar tanto a área quanto à densidade de saueiros, evitando subestimar a população. A intensidade amostral ótima para representar a área e a densidade de saueiros é de 2,64 ou 1,32%, equivalente ao lançamento de uma parcela de 840 m^2 a cada 3 ou 6 ha para um erro esperado de 5 ou 10%, respectivamente. 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 saueiros (n/ha). As distâncias que apresentaram correlação significativa e maior que 85% (valor mínimo adotado para selecionar as melhores distâncias) foram 24, 48, 72 e 96 metros, sendo a última recomendada, devido ao menor custo de amostragem.

ABSTRACT

CALDEIRA, Marcelo Araújo. Sampling programs of leaf-cutting ant nests in eucalyptus plantations. Lavras: UFLA, 2002. 39p. (Dissertation – Master Program in Entomology).*

Programs of integrated management of leaf-cutting ants in forest plantation require a sampling plan. This makes the decision making process more precise because it takes into account their local and region spaced distribution variations. This work was carried with the objectives of evaluating the spatial distribution on nests in eucalyptus plantations, determining the optimum parcel size as well as determining the optimum distance between transects for ant nests sampling. The twelve eucalyptus stands belonging to V & M Florestal Ltd., in the municipality of Bocaiuva, Minas Gerais, were used. They were then divided into 6m x 10m sub parcels, totalizing 120m². The nests were identified, counted, and measured in each parcel. Both the found and the expected frequency of nests were calculated according to Poisson's distribution in order to determine the type of spatial distribution of the nests. The optimum parcel size were calculated with the average and the variances of both size and density of nests from the total amount of sampled parcels, as well as from the division of each parcel in two halves so that there were at least two parcels per division. These data generated the variation coefficient regression equation in function of the sample size, for the parameters of size (m²/ha), and density of nests (n/ha). Once the regression coefficients were found the ideal sample size was calculated by using the maximum bending method. Sample intensity was calculated for determining both the size and the density of nests at the expected error percentual levels of 1,5,10, and 30% within 95% significance. Transects were simulated at each 24m multiple distance, ranging from 24 to 312 meters until a minimum of 2 transects per stand remained. The influence of the planting line number for the first transect simulation was tested as follows: every transect distance started on rows 1, 3, 5, 7, and 9. The found and the expected frequency (χ^2 ; $p > 0, 01$) were similar. The result was a randomized distribution. A difference between the optimum size of the sample for nests density and that for nest size was found: 430m² for the density and 796m² for the size (m²/ha). The optimal sample intensity to eucalyptus stand for either the size or the density of nests should be 2,64% or 1,32%, equivalent to the simulation of a 840m² parcel per 3 ha or 6 ha for an expected error of 5% or 10% respectively. The distances

* Guidance Committee: Ronald Zanetti Bonetti Filho – UFLA (adviser); Jair Campos Moraes – UFLA (co-adviser); José Cola Zanuncio – UFV.

that showed both significant and higher than 85% relation (minimum value used to select the best distances) were 24, 42, 72, and 96 meters.

1 INTRODUÇÃO

As formigas cortadeiras, que incluem as saúvas e as quenquéns, são consideradas as pragas mais importantes dos reflorestamentos brasileiros por causarem prejuízos consideráveis, devido a ataques intensos e constantes às plantas em todas as suas fases de desenvolvimento (Anjos et al., 1993). Isto acontece devido à busca por técnicas de manejo mais especializadas, objetivando florestas mais produtivas e homogêneas que, por sua vez, alteram o habitat natural destes insetos, reduzindo o número de inimigos naturais e criando um microclima favorável ao desenvolvimento de pragas (Della Lucia, 1993).

As áreas reflorestadas, especialmente aquelas com espécies do gênero *Eucalyptus*, requerem o controle periódico de formigas cortadeiras (Zanuncio et al., 1996a). Essa necessidade se deve a estes insetos por serem os mesmos responsáveis por mais de 75% dos custos e do tempo total gasto no controle de pragas em empresas reflorestadoras (Vilela, 1986), ao passo que o investimento necessário para o seu controle pode atingir 30 % do custo da floresta ao final do terceiro ciclo.

Os prejuízos causados pelas formigas cortadeiras não se limitam apenas aos gastos com o controle das mesmas, que incluem custos com defensivos químicos e mão-de-obra para aplicação e vistoria, mas também devido à redução da produtividade do material lenhoso, ocasionado pela desfolha das plantas. Zanetti et al. (2000), relatam que a produção de madeira em eucaliptais pode ser influenciada pela densidade e pelo tamanho de saúveiros. Além disso, o ataque desses insetos pode deixar as plantas injuriadas menos resistentes e torná-las mais suscetíveis ao ataque de outras pragas e de doenças (Ferreira, 1989).

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

onerosos e agressivos ao meio ambiente (Zanuncio et al., 1996b). Para isto, as empresas reflorestadoras têm buscado alternativas com desenvolvimento de programas de manejo integrado dessa praga. Tal conceito 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).

Um dos grandes desafios para se 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. Nesse sentido, alguns métodos de amostragem de formigas cortadeiras foram e continuam sendo desenvolvidos, incluindo a técnica do pior foco, que se baseia na escolha das áreas com maior intensidade de desfolhamento de árvores e maior quantidade e tamanho de colônias de formigas cortadeiras (Anjos et al., 1993); o lançamento de parcelas ao acaso (Oliveira et al., 1993) e o uso de transectos (Zanuncio et al., 2002).

A maioria das metodologias de amostragem de formigas cortadeiras baseia-se na mensuração do número de ninhos dessa praga sem considerar a área ocupada pelas mesmas. Assim, formigueiros com três metros ou com trinta metros, apresentam-se apenas como unidades numéricas nessas metodologias, não considerando as enormes diferenças de percentuais de consumo de área foliar entre um e outro. Isto representa um problema, pois um formigueiro adulto pode ter uma população variando de três a oito milhões de formigas, valor este largamente superior à densidade de formigas encontradas em um sauveiro jovem (Forti, 1985), o que mostra a importância de se trabalhar, também, com a área ocupada pelos sauveiros. Por isto, a determinação do método de amostragem e o estudo da distribuição espacial de sauveiros na área a ser manejada são

fundamentais para o aprimoramento e o êxito do manejo integrado de pragas em ecossistemas florestais. Isto pode possibilitar a obtenção de um programa de manejo em que o processo de tomada de decisão considere as variações locais e regionais na definição das melhores técnicas a serem usadas, buscando manter as perdas por formigas cortadeiras abaixo do nível de dano.

Baseada nesta importância, este projeto tem como objetivos:

- 1) estudar a distribuição espacial de saúveiros em plantios de eucalipto;
- 2) determinar o tamanho ótimo de parcelas para amostragem de formigas cortadeiras em eucaliptais;
- 3) determinar a distância ótima entre transectos para amostragem desse inseto-praga.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância das Formigas Cortadeiras para os Reflorestamentos no Brasil

As plantações de eucalipto ocupam grande extensão do território nacional, com aproximadamente cinco milhões de hectares reflorestados (Oliveira, 1996), representando papel importante na economia brasileira. No entanto, como toda monocultura requer estudos e técnicas apropriadas, visando minimizar seu impacto ambiental, intensificaram-se nos últimos anos os estudos de manejo integrado de pragas.

Dentre as pragas do eucalipto, as formigas cortadeiras, as lagartas desfolhadoras e algumas espécies de coleópteros desfolhadores destacam-se como as mais importantes. As formigas cortadeiras representam o maior problema da eucaliptocultura brasileira (Zanuncio, 1993) pelos prejuízos que causam às plantações, em razão do seu grande número de colônias por área, elevado números de formigas por formigueiro, vasta distribuição e pelo combate dispendioso (Mariconi, 1970).

As formigas cortadeiras representam 75% dos custos e do tempo gasto no controle de pragas (Vilela, 1986) e representam 30% dos gastos com a floresta até o terceiro ciclo (Alipio, 1989) o que corresponde a 7,41% do preço da madeira em pé (Rezende et al., 1983).

O efeito de diferentes níveis de desfolhamento artificial em *Gmelina arborea* e *Pinus caribaea*, para simulação de danos causados por saúvas, mostrou que *Pinus caribaea* foi mais afetado pelas sucessivas desfolhas, apresentando redução de média de 12% no crescimento em altura e 17,4% em diâmetro, além de 11,7% de mortalidade (Ribeiro & Woessner, 1980). A

mortalidade de árvores de *Eucalyptus grandis*, desfolhadas aos seis meses de idade foi de 99,3%, enquanto o crescimento em altura e diâmetro foi reduzido em 31,7% e 25,1%, com redução de 61,6% na produção de madeira (Anjos et al., 1987).

Os danos causados por formigas cortadeiras são maiores em árvores de um a três anos de idade, e um desfolhamento total retarda o crescimento da árvore, enquanto dois consecutivos, podem acarretar a sua morte (Lewis e Norton, 1973). Em árvores de *Eucalyptus* spp. poderão ocorrer mortes se estas forem totalmente desfolhadas três vezes consecutivas e isto ocorre visto que um formigueiro adulto necessita de uma tonelada de folhas, ou 80 árvores por ano, para se manter (Mendes Filho, 1979).

Quatro saueiros adultos podem causar um prejuízo de 14% nos plantios de *Eucalyptus*, com seis anos de idade, e 14,5% nos de *Pinus*, com 8 anos de idade, a cada ano (Amante, 1967). Isso representaria um prejuízo de 2,1% na produção ou 470.000 m³ de madeira a cada ano, considerando uma área plantada de 150.000 ha de eucalipto e uma produção média de 200 m³ por hectare (Moraes, 1983).

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

Zanetti (1998) verificou que a percentagem de redução no volume de madeira para cada incremento unitário na densidade de saueiros (de área igual a 2,76 m² de terra solta, valor médio encontrado na região de João Pinheiro (MG),

por hectare, é de 0,87%, para as espécies de eucalipto em geral; de 0,68%, para *Eucalyptus camaldulensis*; de 3,26%, para *Eucalyptus citriodora*; e de 1,78% para *Eucalyptus tereticornis*.

2.2 Métodos de Amostragem de Formigas Cortadeiras

As formigas cortadeiras, em especial as saúvas, destacam-se como as principais pragas de reflorestamentos, especialmente com espécies do gênero *Eucalyptus*. Os seus prejuízos incluem gastos com o controle das mesmas e a redução do crescimento do material lenhoso pela desfolha, ocasionado pelo efeito da desfolha das plantas. Além disso, o ataque desses insetos pode reduzir a resistência das plantas e torná-las mais susceptíveis ao ataque de pragas e de doenças (Ferreira, 1989). Assim, os prejuízos nos setores florestal e agrícola por ataque de formigas cortadeiras levou à intensificação da busca de produtos e métodos para o controle dessa praga de menor custo, mais eficientes e menos agressivos ao meio ambiente (Zanuncio et al., 1996b).

O risco de ocorrerem perdas repentinas e significativas na produção de madeira nos grandes reflorestamentos diminui à medida em que as árvores crescem. A presença de maior quantidade de folhas nessas plantas as tornam mais tolerantes ao ataque e permite a convivência com formigas cortadeiras. Entretanto, o monitoramento de ninhos dessa praga é necessário para tornar possível esta convivência e a escolha das estratégias deverão ser utilizadas no caso de necessidade de combate.

O monitoramento operacional de formigas cortadeiras surgiu em florestas na fase de “combate de manutenção”, isto é, no período compreendido entre o pós-plantio e a colheita, visando otimizar os métodos empregados, principalmente o de distribuição de micro-porta-iscas (MIPIS), o que não poderia ser atingido

apenas com testes em locais restritos (Laranjeiro, 1994) e, posteriormente, essa estratégia de monitoramento estendeu-se para a fase de implantação, reforma e regeneração.

A amostragem de formigas cortadeiras inclui vários métodos e a escolha adequada de cada um deles depende, fundamentalmente, de uma definição clara dos seus objetivos, cujos principais são: indicação do momento ótimo para a intervenção contra as formigas; a seleção do método ou métodos a serem adotados; otimização dos recursos em cada método; formação de uma base de dados para geração de uma programação de controle e por último a avaliação da eficiência da operação (Laranjeiro, 1994).

Os principais métodos de amostragem de formigas cortadeiras incluem a técnica do pior foco, o uso de transectos e o uso de parcelas aleatórias.

Na primeira técnica, faz-se a avaliação visual da ocorrência de colônias de formigas cortadeiras e de seus danos em cada parte da floresta, procurando caracterizar os focos de forma a obter aquele onde a situação é mais grave, e em um parâmetro considerado de nível de dano econômico, determina-se ou não a intervenção na área (Anjos et al., 1993).

O transecto 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). Normalmente acompanha as linhas de plantio limitando-se pelo espaçamento utilizado nas linhas de plantio.

Na utilização de parcelas ao acaso, estas são lançadas com área fixa, normalmente retangulares, acompanhando a linha de plantio de acordo com um mapa detalhado do talhão onde são feitas a escolha dos pontos de forma a amostrar corretamente toda a área.

Outro método existente, mas pouquíssimo aplicado, é o monitoramento aéreo que pode ser eficiente quando ocorre a presença de uma topografia que dificulta a realização do monitoramento terrestre sendo baseado na quantificação de danos visuais (Laranjeiro, 1994).

2.3 Distribuição Espacial de Formigas Cortadeiras

O padrão de distribuição espacial dos indivíduos de uma população é importante no estudo do seu comportamento. Em populações naturais, muitos indivíduos estão espacialmente relacionados um com o outro de maneira recíproca e dois indivíduos podem estar mais próximos entre si que dos demais. Qualquer mecanismo que promova a formação de pares ou de grupos relativamente pequenos tende a aumentar a reciprocidade e a proporção de indivíduos que servem de vizinhos mais próximos de um ou mais indivíduos (Clark & Evans, 1955).

A distribuição espacial de saúveiros 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). Os ninhos de *A. sexdens rubropilosa* são, muitas vezes, construídos em áreas limpas, porém, não totalmente expostos ao sol (Pereira-Da-Silva, 1975), enquanto *A. laevigata* prefere áreas com maior exposição solar, o que pode ser uma característica do padrão de distribuição espacial dessas espécies (Clark & Evans, 1955). Tais particularidades biológicas reforçam a afirmação de que em um ambiente manejado, com a presença de áreas homogêneas, as iças caem aleatoriamente na área e constroem seus ninhos em qualquer ponto da floresta.

O sucesso da colonização de um habitat, que influenciará o tipo de distribuição espacial dos ninhos de formigas, é determinado pelas suas

características físicas (Fowler & Robinson, 1977). A colonização do habitat e a distribuição dos ninhos de *Acromyrmex landolti fracticornis* no Paraguai, variam com a declividade, umidade do solo e cobertura vegetal. Além disso, outros fatores, como a alta densidade de outros invertebrados herbívoros, podem limitar a colonização do habitat após o vôo nupcial das rainhas recém-fecundadas (Fowler & Robinson, 1977). A interação de indivíduos de uma população e seu meio ambiente resulta em padrões de dispersão desses indivíduos no habitat ocupado pela população e pode gerar padrões agregados, ao acaso e regulares ou uniformes (Loureiro, 1986).

Difícilmente, os insetos se distribuem uniformemente na área, sendo mais comum a formação de agregações em determinados pontos (Silveira Neto et. al., 1976). Um padrão 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). Os insetos têm atividades comportamentais diferentes em suas diversas fases e a distribuição espacial dos indivíduos pode mudar devido atividades associadas com a dispersão, alimentação, acasalamento, oviposição etc.

O padrão de agregação pode ser explicado pela heterogeneidade do habitat (Pielou, 1960) e as bases biológicas dessa agregação podem ser devido à resposta a fatores físicos do ambiente, como luz, temperatura e umidade, às plantas hospedeiras, ao comportamento de reprodução, à atração mútua por outros indivíduos da mesma espécie e à interação com outros organismos (Waters, 1959).

A distribuição espacial de colônias de formigas cortadeiras tem sido estudado por diversos autores e Zanuncio et al. (2000) mostraram que 29,54% dos ninhos de saúvas em eucaliptais estavam localizados nos primeiros 10 metros

da borda dos talhões e Sossai (2001) mostrou que 5,46% dos mesmos estavam localizados à essa mesma distância.

A determinação da distribuição espacial dos organismos pode ser feito por tratamentos matemáticos e estatísticos como o modelo de Clark & Evans (1954), conhecido como modelo do vizinho mais próximo (Forti, 1985). Este método relaciona a distância entre cada indivíduo de uma população e seu vizinho mais próximo (Cottan & Curtis, 1956), sendo usado quando se conhece a localização exata de cada indivíduo, como no caso dos ninhos das formigas cortadeiras. No entanto, esse método pode não ser suficientemente sensível para estimar o padrão de distribuição das colônias dessa praga. Por isso, Campbell & Clarke (1971) propuseram outros métodos mais eficazes que o modelo do vizinho mais próximo para determinados casos, como o Teste de Thompson e o Teste de Ajustamento.

O Teste de Thompson relaciona a soma das distâncias dos vizinhos mais próximos da amostra escolhida, ao quadrado. Para maior confiança, deve-se usar a distribuição de qui-quadrado em vez da distribuição normal no teste de significância. No entanto o Teste do Ajustamento serve para detectar populações não distribuídas ao acaso, sendo sensível para detectar desvios da casualidade, independente da direção. Uma vantagem é que este teste mostra a direção do desvio quando se comparam as frequências de classes observadas e esperadas. Esse teste é bilateral, exceto quando as distâncias do vizinho mais próximo forem agrupadas em duas classes apenas e o valor do qui-quadrado será elevado quando as classes das frequências esperadas tiverem valores inferiores a cinco, e estas poderão ser reunidas em uma única classe (Campbell & Clarke, 1971).

2.4 Tamanho Ótimo de Parcelas

Um dos grandes desafios para implementação de programas de manejo integrado de formigas cortadeiras é a determinação de uma forma de amostragem que represente os níveis reais de infestação desses insetos, ou seja, a partir do levantamento da população de saúvas em parcelas predeterminadas, buscar mensurar a infestação dessa praga em toda a área do talhão (Jurema, 1980).

Para que o levantamento de infestação de pragas em reflorestamentos seja mais eficiente, é necessário uma boa precisão experimental. Isso é importante não só para a mensuração real do número de formigueiros como também para a determinação da necessidade de intervenção na área, que tem como benefícios diretos, aumento da lucratividade em função da redução do custo da mão-de-obra e produtos químicos, objetivo principal de qualquer sistema de manejo integrado de pragas.

A utilização de parcelas ao acaso para amostragem de formigas cortadeiras é uma técnica difundida em empresas reflorestadoras. Oliveira et al. (1993) citam a utilização de parcelas de 720 m² em áreas de manutenção da empresa V & M Florestal Ltda, tendo oitenta metros de comprimento por três entrelinhas (três metros de largura), onde uma parcela é lançada a cada cinco hectares de florestas.

A precisão e a eficiência do uso de parcelas de área fixa e ao acaso podem ser melhoradas com o estudo sobre a distribuição espacial de formigas cortadeiras, fornecendo assim, resultados que resultem em valores positivos à realidade da área reflorestada dentro de um programa de monitoramento desta praga.

Zanuncio et al. (2002) concluíram que o lançamento de transectos a cada 120, 150 e 180 m é mais preciso e econômico que o uso de parcelas fixas de 720 m² a cada 5 ha, e que a distância ideal entre transectos é de 120 m.

Sossay (2001), após usar simulações e testes de médias, verificou que a sétima linha para iniciar o lançamento dos transectos é a melhor na contagem de uma a dez, pois melhor representou o censo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

Este trabalho foi realizado em reflorestamento de eucalipto da V & M Florestal Ltda, no município de Bocaiúva, Minas Gerais, de março a maio de 2001, em doze talhões contíguos de *Eucalyptus* spp. O município de Bocaiúva situa-se a 17° 44' 21" S e 46° 09' 55" W, a uma altitude média de 820 m, na região noroeste do estado de Minas Gerais, com clima tropical, de inverno seco (tipo Aw de Koppen), com temperatura média anual em torno de 24°C e precipitação média anual de 1246 mm. Os solos predominantes são do tipo Latossolo Vermelho Escuro distrófico e Latossolo Vermelho Amarelo distrófico.

3.2 Coleta de dados

Cada talhão de eucalipto foi subdividido em parcelas de seis metros de largura, correspondente a duas entre linhas de plantio por 20 metros de comprimento, contemplando parcelas de 120 m² (FIGURA 1). Os formiguciros presentes foram identificados, contados e medidos, de acordo com o maior comprimento e maior largura de sua área de terra solta. A seguir foram classificados em cinco classes de tamanho: I (< 1 m²), II (1 a 2,9 m²), III (3 a 8,9 m²), IV (9 a 25 m²) e V (> 25 m² de terra solta).

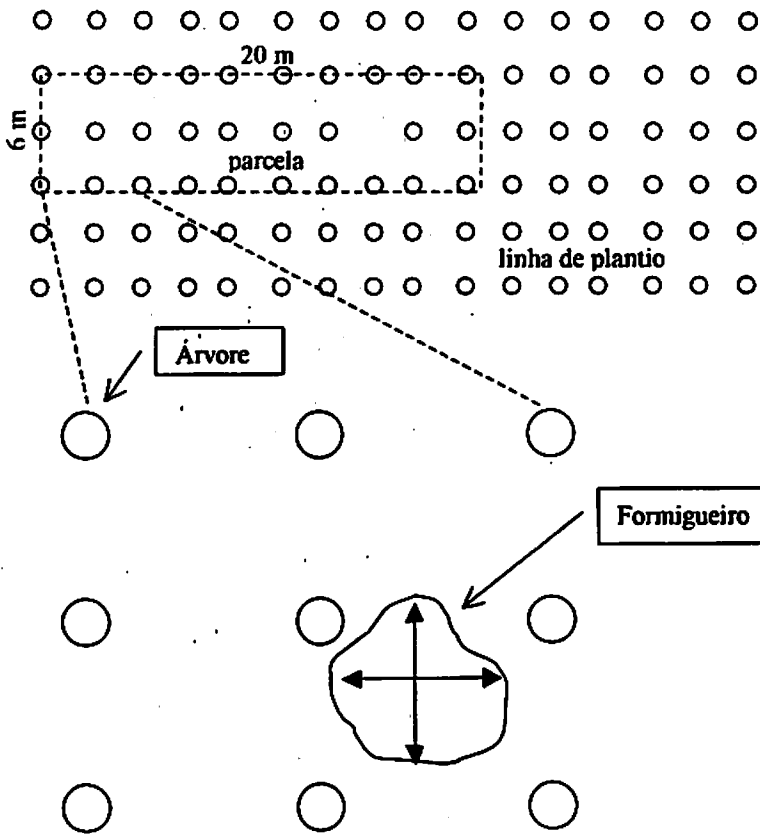


FIGURA 1. Esquema de lançamento de parcelas de 120 m² nos talhões, para a obtenção dos dados. Bocaiúva – Minas Gerais. Março a Maio 2001.

Os dados foram tabulados em planilha eletrônica para análise da distribuição espacial, determinação do tamanho ótimo das parcelas e obtenção da distância ótima entre transectos.

3.3 Determinação da distribuição espacial

O tipo de distribuição espacial dos formigueiros, por classe de tamanho, foi determinado pelo cálculo da frequência observada dos formigueiros, pela fórmula:

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

Em que:

F_{obs} = frequência observada;

n_i = número de formigueiros em cada classe de tamanho i , sendo $i = 1, 2, 3, 4$ e 5 .

A frequência esperada foi determinada pela fórmula abaixo, considerando-se o modelo de distribuição de Poisson:

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

$$P(x) = \frac{\lambda^x \times e^{-\lambda}}{x!}$$

Em que:

$P(x)$ = distribuição de Poisson;

λ^x = variância das distribuições;

$e^{-\lambda}$ = quantil da distribuição normal;

x = média observada de formigueiros.

O padrão de distribuição espacial das formigas cortadeiras foi obtido pela comparação entre as frequências observada e esperada, através da aplicação do teste de Qui-quadrado:

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

Em que,

χ^2 = qui-quadrado calculado;

F_{obs} = frequência observada;

F_{esp} = frequência esperada;

Sendo que, se:

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

$F_{obs} < F_{esp}$, então a distribuição é regular ou uniforme;

$F_{obs} > F_{esp}$, então a distribuição é agregada.

3.4 Determinação do tamanho ótimo de parcelas

Para determinar o tamanho ótimo de parcelas, calculou-se inicialmente as médias e as variâncias da área (m^2/ha) e da densidade de sauciros (n/ha), considerando o número total de parcelas amostradas de todos os talhões avaliados.

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

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

Em que:

CV = coeficiente de variação;

S^2 = variância dos conjuntos de parcelas;

\bar{x} = média dos conjuntos de parcelas.

Em seguida, foi calculada a área (ha) de cada conjunto de parcelas, multiplicando-se o número de parcelas de cada um pela área da parcela (120 m²). Com esses dados foi gerada a equação de regressão do coeficiente de variação (CV) em função do tamanho da amostra (ha) para os parâmetros área (m²/ha) e densidade de saueiros (n/ha), por meio da fórmula:

$$CV = \frac{a}{y^b}$$

Em que:

CV = Coeficiente de variação;

a e b = coeficientes da regressão;

y = tamanho da amostra.

Com os coeficientes da regressão obtidos, foi calculado o tamanho ideal da amostra 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 ideal da amostra;

a e b = coeficientes da regressão.

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

$$N = \frac{t_{\alpha/2} \times S}{\epsilon \times \bar{x}}$$

Em que:

$t_{\alpha/2}$ = valor de t com $n = \infty$;

S = desvio padrão da amostra total;

\bar{x} = média da amostra total;

ϵ = erro esperado.

3.5 Determinação da distância ótima entre transectos

O banco de dados utilizado para determinação da distribuição espacial e do tamanho ótimo de parcelas foi o mesmo que possibilitou a obtenção da distância ótima entre transectos.

Considerou-se o transecto como uma parcela com largura correspondente a duas entrelinhas (seis metros) 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 528 metros, considerando um mínimo de dois transectos para cada uma das distâncias avaliadas por talhão.

A influência do número da linha de plantio para o lançamento do primeiro transecto foi testada iniciando-se todas as distâncias de transectos acima nas linhas 1, 3, 5, 7 e 9. A melhor linha para o lançamento do primeiro transecto foi determinada como aquela que apresentou a estimativa do número de formigueiros mais próxima do censo.

A melhor distância entre transectos foi avaliada utilizando-se os valores obtidos nas simulações iniciadas na linha considerada mais representativa. Foi gerada uma matriz de correlação entre os valores obtidos com as simulações dos transectos e o censo de cada talhão. A melhor distância entre transectos foi considerada aquela que obteve a maior correlação significativa ($p < 0,05$) com o censo acima de 85%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Determinação da distribuição espacial

Os 249,66 hectares de eucalipto utilizados nesse estudo apresentaram 6958 saueiros, sendo 67,3% pertencentes à classe I; 9,7 % a classe II; 8,1 % à classe III; 6,5 % à classe IV; e 8,1% à classe V (FIGURA 2). Apesar desta última classe ter apresentado baixo percentual de ninhos de formigas cortadeiras, ela respondeu pela maior parte da área de terra solta por hectare, com 95,2 m², ao passo que a classe I, com maior percentual de ninhos, apresentou uma área total de terra solta de 9,4 m²/ha (TABELA 1).

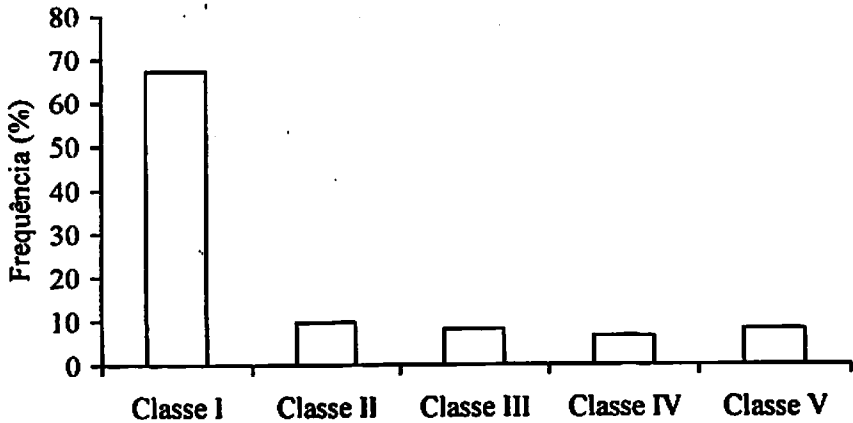


FIGURA 2. Frequência dos saueiros (%) por classe de tamanho: classe I (<1m²); classe I (<1m²); classe II (1 a 2,9 m²); classe III (3 a 8,9 m²); classe IV (9 a 25 m²); classe V (> 25 m² de terra solta), nos talhões reflorestados com eucalipto. Bocaiuva, Minas Gerais. Março a Maio de 2001.

TABELA 1. Área total de terra solta de saueiros (m^2/ha) por classe de tamanho (m^2), encontrada em talhões de eucalipto. Bocaiúva, Minas Gerais. Março a Maio de 2001.

Talhão		Área de saueiros por classe de tamanho				
Número	Área (ha)	<1	1 a 2,9	3 a 8,9	9 a 25	>25
7	23,0	13,0	7,0	26,9	110,9	250,2
8	20,7	11,5	12,8	25,8	35,3	103,5
9	4,0	7,4	1,5	4,5	17,0	136,5
10	24,1	11,1	5,7	18,4	33,2	144,6
11	10,0	1,9	7,0	34,2	56,1	168,0
12	22,0	5,5	7,5	18,0	38,6	127,9
13	8,0	29,4	9,0	29,3	34,0	157,5
13a	20,2	5,0	2,8	10,7	34,5	81,1
14	37,0	17,5	5,4	9,6	23,0	93,1
16	28,6	5,1	2,7	2,9	10,7	26,4
17	26,6	5,9	4,5	5,2	6,4	9,5
18	25,5	3,3	0,9	0,9	0,0	0,0
Média	20,8	9,4	5,4	13,6	31,5	95,2

A distribuição de percentagens de ninhos de formigas cortadeiras assemelha-se a um organismo de dispersão tipo "r" (MacArthur & Wilson, 1967), com grande número de progênies gerada e dispersa a grandes distâncias pelo vento, até locais vagos para a colonização que possam ser alcançados rapidamente. No entanto, à medida que os saueiros crescem e envelhecem a sua densidade diminui pela competição intraespecífica, ação de inimigos naturais e

condições edafoclimáticas dos locais de nidificação. Comportamento semelhante foi observado por Zanetti et al. (2002) sobre a densidade de saueiros em florestas de *Eucalyptus* spp., em João Pinheiro, Minas Gerais, em que a classe I apresentou 75,49% dos formigueiros encontrados e a classe V, apenas 2,39%.

Esse comportamento de distribuição dos ninhos parece ser o padrão normal do gênero, uma vez que foi verificado também em outros locais. Isso indica que os talhões selecionados para o estudo foram adequados para representar esse comportamento, dando confiabilidade aos resultados obtidos e permitindo a extrapolação do plano de amostragem desenvolvido para as demais áreas da empresa.

O número de saueiros foi de 29,33 por hectare, variando de 7,18 a 73,88, enquanto a área média de terra solta foi de 170,91 m²/ha, variando de 4,92 a 265,45 m²/ha, nos talhões amostrados (TABELA 2).

Zanuncio et al. (2000) relataram números médios de 33,79 m² de área de terra solta e de 1,45 formigueiros por hectare, em estudo realizado em 10 talhões de *Eucalyptus urophylla*, durante os meses de junho e julho de 1998, na região de Montes Claros, Minas Gerais. A área de terra solta de formigueiros de *Atta* spp. relatados por este autor pode ser considerada baixa em relação à obtida e deve-se, possivelmente, ao fato deste trabalho ter sido desenvolvido em áreas sem combate de formigas cortadeiras em anos anteriores

As frequências observada e esperada (χ^2 ; $p > 0,01$) foram semelhantes para todos os talhões e todas as classes de tamanho de saueiro, que representa uma distribuição ao acaso (TABELA 3). Portanto pode-se utilizar a média geral dos talhões para representa-los.

TABELA 2. Número e área de ninhos de formigas cortadeiras em reflorestamentos de eucalipto na região de Bocaiúva – Minas Gerais. Março a Maio de 2001.

Talhão		Número de saueiros (n)		Área de terra solta (m ²)	
Número	Área (ha)	Total	/ha	Total	/ha
7	23,00	1070,00	46,52	9383,50	407,98
8	20,70	790,00	38,16	3908,50	188,82
9	4,00	82,00	20,50	667,50	166,88
10	24,10	808,00	33,53	5134,50	213,05
11	10,00	203,00	20,30	2672,00	267,20
12	22,00	509,00	23,14	4347,50	197,61
13a	8,00	591,00	73,88	2073,00	259,13
13	20,20	344,00	17,03	2707,00	134,01
14	37,00	1585,00	42,84	5493,50	148,47
16	28,60	380,00	13,29	1369,50	47,88
17	26,56	413,00	15,55	837,00	31,51
18	25,50	183,00	7,18	131,50	5,16
Média	20,80	579,83	29,33	3227,08	172,31

TABELA 3. Média das frequências observada e esperada por classe de tamanho de saurheiros (m²), em cada talhão reflorestado com eucalipto. Bocaiúva, Minas Gerais. Março a Maio de 2001.

Talhão	Média das Frequências*									
	Classe I		Classe II		Classe III		Classe IV		Classe V	
	Obs	Esp	Obs	Esp	Obs	Esp	Obs	Esp	Obs	Esp
7	0,321	0,321	0,043	0,043	0,055	0,054	0,080	0,080	0,073	0,073
8	0,255	0,255	0,071	0,071	0,048	0,048	0,023	0,023	0,027	0,027
9	0,239	0,238	0,012	0,012	0,012	0,011	0,016	0,016	0,053	0,052
10	0,252	0,238	0,033	0,033	0,035	0,035	0,022	0,022	0,039	0,039
11	0,048	0,048	0,044	0,044	0,072	0,072	0,042	0,042	0,051	0,051
12	0,155	0,155	0,053	0,053	0,042	0,042	0,032	0,032	0,043	0,043
13	0,264	0,264	0,020	0,020	0,022	0,022	0,009	0,009	0,017	0,017
13a	0,352	0,352	0,049	0,049	0,063	0,063	0,072	0,072	0,069	0,069
14	0,479	0,487	0,037	0,037	0,022	0,022	0,019	0,019	0,031	0,031
16	0,124	0,124	0,017	0,017	0,006	0,006	0,008	0,008	0,008	0,008
17	0,169	0,168	0,032	0,032	0,012	0,012	0,005	0,005	0,003	0,003
18	0,086	0,086	0,006	0,006	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
Geral	0,239	0,239	0,029	0,029	0,024	0,029	0,029	0,029	0,036	0,035

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

A distribuição casual ocorre quando as condições ambientais são semelhantes em qualquer ponto no espaço e a presença de um organismo não interfere na de outro (Begon et al., 1996). Isto parece ocorrer em reflorestamentos equianos, que se caracterizam pela homogeneidade em tipo de solo, idade da floresta, temperatura, tratamentos culturais, etc. Como as árvores caem aleatoriamente nessas áreas e recebem combates periódicos do mesmo tipo e intensidade, a tendência é manter essa distribuição casual ao longo do tempo.

Pode-se observar que existe uma grande variação na área de saúveiros por hectare entre os talhões avaliados (TABELA 2), entretanto o tipo de distribuição espacial não variou entre eles (TABELA 3), indicando que o plano de amostragem desenvolvido é adequado para representar a população de saúveiros em todos os talhões da empresa, independente do nível de infestação que eles apresentam, os ninhos estarão distribuídos da mesma maneira.

Nicholas & Vilela (1995) mostraram que as colônias de *Atta laevigata* tendem a distribuir-se uniformemente em locais de alta densidade de saúveiros, apresentando-se ajustadas a um modelo regular de distribuição espacial, mas em áreas menos densas possuem distribuição casual, como verificado nesse estudo.

4.2 Determinação do tamanho ótimo de parcelas

O número total de parcelas amostradas ou simuladas foi de 19568 nos 12 talhões utilizados. Verificou-se um aumento progressivo dos valores do coeficiente de variação observado ao se reduzir o tamanho da área amostrada para os parâmetros área (m^2/ha) e densidade de saúveiros (n/ha) (TABELA 4). Este aumento progressivo ocorreu pela diminuição da área das subparcelas e por um conseqüente aumento do seu número, o que implicou diretamente no acréscimo da sua variância.

TABELA 4. Coeficiente de variação da densidade de saueiros e da área de saueiros em função do número e da área (ha) de subparcelas. Bocaiúva, Minas Gerais. Março a Maio de 2001.

Número de subparcelas	Área das subparcelas (ha)	Coeficiente de Variação	
		Densidade	Área
9784,00	117,408	0,254	0,686
4892,00	58,704	0,411	0,687
2446,00	29,352	0,417	0,701
1223,00	14,676	0,497	0,757
611,50	7,338	0,540	0,787
305,75	3,669	0,551	0,851
152,88	1,835	0,592	0,897
76,44	0,917	0,651	0,974
38,22	0,459	0,714	1,090
19,11	0,229	0,866	1,399
9,55	0,115	1,275	2,079
4,78	0,057	1,615	2,770
2,39	0,029	1,841	3,319

O tamanho ótimo da parcela para representar a densidade e a área de saueiros foi diferente. O tamanho ideal da parcela foi estimado pelo método da curvatura máxima utilizando as equações: $N = [0,7060^2 * 0,2468^2 (2 * 0,2468 - 1) * (0,2468 - 2)]^{1/2 - 2 * 0,2468}$, para a densidade de saueiros (n/ha); e $N = [1,1119^2 * 0,2777^2 (2 * 0,2777 - 1) * (0,2777 - 2)]^{1/2 - 2 * 0,2777}$, para a área de saueiros (m²/ha), obtendo-se tamanho ótimo de 430 m² para amostra da densidade de saueiros (n/ha) e de 796 m² para a área de saueiros (m²/ha). Essa

diferença é importante em programas de monitoramento, pois a maioria dos programas considera a contagem da área ou da densidade de saueiros, como os trabalhos de Sossai (2001) e Lopes (2000), para estimar a população de formigas cortadeiras e calcular a quantidade de formicida a ser aplicado na área. Por isto, essas estimativas podem não ser precisas caso um tamanho de parcela que não contemple esses dois parâmetros simultaneamente.

Como as parcelas utilizadas possuíam seis metros de largura por 20 de comprimento, recomenda-se o arredondamento de seu tamanho para 840 m^2 , o que equivale à seis metros de largura por 140 metros de comprimento, pois são múltiplos inteiros de 120. Isso é suficiente para representar tanto a área e a densidade de saueiros, evitando subestimar a população de formigas cortadeiras nas áreas reflorestadas.

Semelhante ao que ocorreu na determinação do tamanho ótimo da parcela, houve diferença entre a intensidade amostral para representar a área e a densidade de saueiros. O cálculo da intensidade amostral dos parâmetros densidade de saueiros (n/ha) e área de saueiros (m^2/ha) mostrou ser necessário o lançamento de uma parcela a cada 0,97 e 0,64 ha para representar esses parâmetros com 1% de erro esperado (TABELA 5), o que é praticamente inviável economicamente pelo tamanho amostral muito grande, que se aproxima inclusive do censo. A simulação de um erro esperado de 5% mostrou ser necessário o lançamento de uma parcela a cada 4,87 ha para representar a densidade de saueiros e de 3,18 ha para representar a área dos mesmos. No caso de erros de 10 e 30% ocorre redução da intensidade amostral, conforme verificado na TABELA 5.

Para representar tanto a área quanto a densidade de saueiros, recomenda-se uma intensidade amostral de 2,64 ou 1,32% o que equivale ao lançamento de uma de uma parcela de 840m^2 a cada três ou seis hectares para um

erro esperado de 5 ou 10%, respectivamente. Desta forma, pode-se trabalhar com diferentes intensidades amostrais de acordo com os recursos financeiros disponíveis.

TABELA 5. Estimativa da área amostrada por parcela de 840 m², para os parâmetros densidade de sauveiros (n/ha) e área de sauveiros (m²/ha) em função da margem de erro esperada. Bocaiúva, Minas Gerais. Março a Maio 2001.

Erro esperado (%)	Área representada por parcela			
	Densidade de sauveiros (n/ha)		Área de sauveiros (m ² /ha)	
	ha	%	ha	%
1	0,97	8,66	0,64	13,13
5	4,87	1,72	3,18	2,64
10	9,74	0,86	6,35	1,32
30	29,21	0,29	19,05	0,44

Esses valores são bem próximos aos relatados por Oliveira et al. (1993), com o uso de parcelas de 720 m² a cada cinco hectares, para o parâmetro densidade de sauveiros (n/ha) em áreas de manutenção da empresa V & M Florestal Ltda, o que representa uma intensidade amostral de 1,44%.

Sobre a necessidade de se calcular o tamanho e a intensidade amostral de parcelas, cabe ressaltar a importância de se fazer um levantamento prévio (censo) em cada região com algum tipo de influência edafofisioclimática mais brusca ou mesmo maiores variações nas intensidades de ataque de formigas cortadeiras, pois estes parâmetros influenciam tanto a distribuição e a ecologia desses insetos que podem originar fontes potenciais de erro.

4.3 Determinação da distância ótima entre transectos

Qualquer uma das linhas de plantio avaliadas para o lançamento do primeiro transecto (1, 3, 5, 7 ou 9) pode ser utilizada para estimar a área (m^2/ha) e a densidade de saueiros (n/ha) (TABELA 6). A comparação das correlações entre essas linhas mostrou resultados estatisticamente semelhantes, mas optou-se pela linha cinco por ter apresentado maior valor numérico de correlação e pelo fato das primeiras linhas de plantio terem alinhamento irregular, o que dificultaria o caminhamento. Esse resultado é semelhante aos observados por Zanuncio et al. (2000), que propuseram o lançamento do primeiro transecto na linha cinco, embora isto tenha sido feito ao acaso, e de Sossai (2001), que propôs a linha sete, por esta ter maior correlação com o censo.

TABELA 6. Correlação entre o número e a área de saueiros obtidos no censo (variável dependente) dos 12 talhões de *Eucalyptus* spp. e os valores obtidos na simulação dos transectos (variável independente), a diferentes linhas de início de lançamento. Bocaiúva, Minas Gerais. Março a Maio de 2001.

Variável	Correlação*				
	Linha 1	Linha 3	Linha 5	Linha 7	Linha 9
Área de saueiros (m^2/ha)	0,922	0,915	0,961	0,934	0,859
Densidade de saueiros (n/ha)	0,923	0,957	0,959	0,948	0,885

* todos os valores foram significativos (R-Pearson; $p < 0,05$).

A simulação do lançamento dos transectos iniciados na quinta linha de plantio em diferentes distâncias mostrou que quanto menor a distância mais próximos são os valores estimados de densidade (TABELA 7) e de área (TABELA 8) comparados ao censo.

A matriz de correlação entre a densidade observada de saueiros (n/ha) nas diferentes distâncias entre transectos e o total do censo mostrou que, apenas aqueles transectos lançados a cada 288 e 312 m não apresentaram correlação significativa (Pearson; $p>0,05$). As distâncias 168, 216, 240, 264 e 312 também não foram significativas (Pearson; $p>0,05$) para o parâmetro área de terra solta (m^2/ha). (TABELA 9).

As distâncias com correlação significativa maior que 85% (valor mínimo adotado para selecionar as melhores distâncias) foram 24, 48, 72 e 96 metros (TABELA 9). Por isto deve-se utilizar a maior delas (96 m), por implicar em menor custo de amostragem. Esse valor é muito próximo ao encontrado por Zanuncio et al. (2002), para um plano de amostragem com transectos para a região de Montes Claros, Minas Gerais.

TABELA 7. Número de ninhos de formigas cortadeiras (n/ha) obtidos no censo e nos transectos a diferentes intervalos de distância iniciados na linha cinco, em doze talhões de *Eucalyptus* spp. Bocaiúva, Minas Gerais. Março a Maio de 2001.

Talhão	Censo	Distância entre transectos (m)												
		24	48	72	96	120	144	168	192	216	240	264	288	312
7	45,3	43,6	40,2	40,3	51,4	30,5	39,4	37,8	34,3	-	-	-	-	-
8	37,3	33,9	38,9	33,5	45,5	24,9	26,3	45,7	66,7	38,0	-	-	-	-
9	30,2	31,2	31,2	51,1	46,9	47,8	68,5	52,1	-	-	-	-	-	-
10	32,0	33,5	31,9	39,0	40,1	30,1	32,8	23,4	31,5	-	-	-	-	-
11	20,4	14,5	15,8	29,2	20,5	27,2	-	-	-	-	-	-	-	-
12	36,7	34,4	53,0	31,5	29,2	26,1	44,0	25,6	23,5	37,5	18,5	41,5	13,8	-
13	28,6	32,9	33,8	28,8	23,6	30,2	27,1	25,0	36,3	31,2	19,5	18,1	12,9	-
13a	48,1	54,6	56,1	45,9	42,0	43,9	48,5	54,8	77,4	49,4	37,1	53,0	40,9	40,5
14	48,7	47,9	57,0	59,8	74,4	60,2	-	-	-	-	-	-	-	-
16	16,2	18,0	18,9	11,6	15,8	17,4	10,1	25,1	16,8	7,8	10,9	3,9	12,4	-
17	16,6	15,9	16,5	7,1	9,3	16,6	10,5	18,2	7,1	10,8	15,4	1,5	6,6	14,8
18	6,8	4,9	7,1	4,9	7,2	9,7	5,8	9,4	9,7	16,0	11,6	8,7	13,1	10,1
Média	30,6	30,4	33,4	31,9	33,8	30,4	31,3	31,7	33,7	27,2	18,8	21,1	16,6	21,8

TABELA 8. Área de saueiros (m²/ha) obtidos no censo e nos transectos a diferentes intervalos de distância iniciados na linha cinco, em doze talhões de *Eucalyptus* spp. Bocaiúva, Minas Gerais. Março a Maio de 2001.

Talhão	Censo	Distância entre transectos (m)												
		24	48	72	96	120	144	168	192	216	240	264	288	312
7	391,1	351,2	447,4	311,5	401,4	346,2	405,1	235,6	339,3	-	-	-	-	-
8	179,0	135,9	129,7	143,0	191,0	96,1	138,1	109,5	275,7	95,6	-	-	-	-
9	201,2	145,8	98,1	211,1	390,1	51,7	343,5	500,0	-	-	-	-	-	-
10	201,4	233,7	209,7	231,0	244,1	93,5	176,0	83,0	135,1	-	-	-	-	-
11	271,9	139,5	167,9	439,4	312,2	205,6	-	-	-	-	-	-	-	-
12	214,1	280,2	257,3	95,8	139,2	225,6	88,9	55,4	154,6	806,0	90,3	68,3	82,4	-
13	94,2	131,7	53,3	139,2	59,9	186,1	50,0	98,8	107,5	17,9	106,8	2,3	9,9	-
13a	147,0	137,6	143,3	126,9	86,7	87,6	96,2	76,7	110,2	119,7	33,3	99,8	66,6	31,5
14	308,9	317,8	537,4	329,7	541,8	335,7	348,7	-	-	-	-	-	-	-
16	42,6	27,5	49,1	48,0	79,3	31,8	27,5	55,8	53,8	14,8	28,0	2,0	7,8	-
17	38,2	14,5	21,0	3,6	6,2	10,3	5,2	26,9	28,1	5,4	7,7	0,8	45,0	7,4
18	4,3	3,2	3,8	2,7	4,0	5,7	3,4	9,4	5,5	10,4	8,3	5,2	7,4	6,3
Média	174,5	159,9	176,5	173,5	204,7	139,7	153,0	125,1	134,4	152,8	45,7	29,7	36,5	15,1

TABELA 9. Correlação entre o número ou a área de sauveiros, do censo em 12 talhões de *Eucalyptus* spp, e os valores obtidos na simulação dos transectos, iniciados na quinta linha de plantio, a diferentes distâncias entre eles. Bocaiúva, Minas Gerais. Março a Maio de 2001.

Distância entre transectos (m)	Correlação*		
	Densidade de sauveiros (n/ha)	Área de sauveiros (m ² /ha)	Intensidade de amostragem (%)
24	0,975*	0,901*	20,0
48	0,942*	0,871*	11,1
72	0,861*	0,855*	7,7
96	0,877*	0,869*	5,9
120	0,762*	0,848*	4,8
144	0,710*	0,898*	4,0
168	0,756*	0,507	3,4
192	0,777*	0,905*	3,0
216	0,932*	0,720	2,7
240	0,888*	0,664	2,4
264	0,926*	0,798	2,2
288	0,752	0,824*	2,0
312	0,996	0,982	1,9

* valores significativos (R-Pearson; $p < 0,05$).

5 CONCLUSÕES

- a distribuição espacial dos ninhos de formigas cortadeiras é ao acaso;
- o tamanho ótimo da parcela para representar a densidade e a área de saueiros é diferente;
- o tamanho ótimo de amostra para a densidade de saueiros (n/ha) é de 430 m² e para a área de saueiros (m²/ha), de 796m²;
- a intensidade amostral ótima das parcelas ao acaso situa-se entre 2,64 e 1,32% para um erro esperado de 5 e 10%, respectivamente;
- as linhas de plantio 1, 3, 5, 7 ou 9 podem ser utilizadas para o lançamento do primeiro transecto, para estimar a área (m²/ha) e a densidade de saueiros (n/ha);
- a distância ótima entre transectos é de 96 metros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

ANJOS, N., SANTOS, G.P. & ZANUNCIO, J.C. 1987. A lagarta parda, *Thyriniteina arnobia* Stoll, (Lepidoptera: Geometridae) desfolhadora de eucaliptos. *Boletim Técnico EPAMIG*, 25:1-56.

CAMPBELL, D.J., CLARKE, D.J. 1971. Nearest neighbor tests of significance for nonrandom ness in the spatial distribution of singing crickets (*Teleogryllus commodus* (Walker)). *Animal Behavior*, v.19, p.750-756.

CHAVES, L.J. 1985. Tamanho da parcela para seleção de progênies de milho (*Zea mays*). Piracaba: ESALQ,. 148p. (Tese de Doutorado).

CLARK, P.J., EVANS, F.C. 1954. Distance to nearest neighbour as a mesuare of spatial relationships in populations. *Ecology*, Brooklyn, 35: 445-453.

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

COTTAM, G., CURTIS, J. T. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, v. 37, n.3, p. 451 – 460.

CROCOMO, W.B., 1990. Manejo Integrado de Pragas. In: CROCOMO, W. B. (ED.). São Paulo: UNESP,. p. 9-34.

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

FORTI, L.C. 1985. Ecologia da saúva *Atta capiguara* Gonçalves, 1944 (Hymenoptera: Formicidae) em pastagens. Piracicaba. 234p. (Tese de Doutorado).

FOWLER, H.G., ROBINSON, S.W. 1977. Foraging and grass selection by the grass-cutting ant *Acromyrmex landolti fracticornis* (Forel) (Hymenoptera, Formicidae) in habitats of introduced forage grasses in Paraguay. Bull. Ent. Res., London, 67: 659-666.

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

FREITAS, S. 1988. Efeito do desfolhamento na produção de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden (Myrtaceae) visando avaliar os danos causados por insetos desfolhadores. Piracicaba, ESALQ 99p. (Tese Mestrado).

FREITAS, S. & BERTI FILHO, E. 1994. Efeito do desfolhamento no crescimento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden (Myrtaceae). IPEF, 47: 36-43.

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

JUREMA, L.F. 1980. As formigas cortadeiras. IPAGRO Informa, São Paulo, n.24, p.3-17.

LESSMAN, K.J.; ARKINS, R.E. 1963. Optimum plot size and relative efficiency of lattice designs for grain sorghum yield tests. Crop Science, Madison, v.3, p477-481,

LEWIS, T & NORTON, G. 1973. A aerial bating to control leaf-cutting ants (Formicidae: Atinni) en Trinidad. Bulletin of Entomology Research, 63:289-303.

LARANJEIRO, A. J. 1994. Controle de formigas cortadeiras em reflorestamentos: propagação, operação e monitoramento. In: Curso de atualização no controle de formigas cortadeiras, II, Piracicaba. 24 p.

LOUREIRO, M.C. 1986. Atributos quantitativos das populações de insetos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Impr. Univ. 16p.

- MACARTHUR, R.H. & WILSON, E.O. 1967. The theory of island biogeography. Princeton Univ. Press. 203 p.
- MARICONI, F.A.M. 1970. As saúvas. São Paulo. Agronomica Ceres. 167p.
- MENDES FILHO, J.M.A. 1979. Técnicas de combate à formiga. Circular Técnica IPEF, 75. p.1-19.
- MORAES, J.S.A. 1983. Conhecimentos básicos para o combate às formigas cortadeiras. Boletim Técnico da CAF. 25p.
- NICHOLAS, J.T. & VILELA, E.F. 1996. Territorial mechanisms in post-nuptial flight gynes of the leaf-cutting ant *Atta laevigata* (F. Smith). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 24(2):389-400.
- OLIVEIRA, M. A. 1996. Identificação de formigas cortadeiras e efeito do desfolhamento simulado em plantios de *Eucalyptus grandis*. Viçosa, 61p. Dissertação (Mestrado em M. Sc.).
- OLIVEIRA, A.C.; BARCELOS, J.A.V.; MORAES, E.J.; FREITAS, G.D. 1993. Um estudo de caso: o sistema de monitoramento e controle de formigas cortadeiras na Mannesmann Fi-El Florestal Ltda. In: Della Lucia, T.M.C. (Ed.). As formigas cortadeiras. Viçosa, p.242-255.
- PEREIRA-DA-SILVA, V. 1975. Contribuição do estudo das populações de *Atta sexdens rubropilosa* Forel e *Atta laevigata* (fr. Smith) (Hymenoptera: Formicidae) no estado de São Paulo. Studia Entomológica, Petrópolis, v. 18, p. 201 - 250.
- PIELOU, E.C. 1960. A single mechanism to account for regular, random and aggregated populations. Journal of Ecology, v.48, p.575-584.
- REZENDE, J.P., PEREIRA, A.R., OLIVEIRA, A.D. 1983. Espaçamento ótimo para a produção de madeira. Revista Árvore, 7(1):30-43.
- RIBEIRO, G.T. & WOESSNER, R.A. 1980. Efeito de diferentes níveis de desfolha artificial, para avaliação de danos causados por saúvas (*Atta* spp.), em árvores de *Gmelina arborea* Linnée e de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr., Golf. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 9: 261-272.

- SILVEIRA-NETO, S., NAKANO, O., BARBIN, D. et. al. 1976. Manual de Ecologia dos Insetos. São Paulo: Ceres. 420p.
- SOSSAI, M. F. 2001. Universidade Federal de Viçosa,. Avaliação de métodos de amostragem de formigas cortadeiras em plantios de *Eucalyptus* spp. Viçosa-MG. 56 p.
- VILELA, E.F. 1986. Status of leaf-cutting and control in forest plantations in Brasil. In: LOFGREN, C.S. & VANDERMEER, R.K. (eds) Fire ants and leaf-cutting ants: biology and management. Boulder, Wesview Press. P.399-408.
- WALOFF, N., BLACKITWH, R.E. 1962. The growth and distribution of the mounds of *Lasius flavus* (Fabricius) (Hymenoptera, Formicidae) in Silkwood Park, Berkshire. Journal of Animal Ecology, Cambridge, 31: 421-437.
- WATERS, W. E. 1959. A quantitative measure of aggregation in insects. Journal of Economic Entomology, v.52, n.6, p.1180-1184.
- ZANETTI, R.B.F. 1998. Estimativa do nível de dano de formigas cortadeiras em Eucaliptais. Viçosa-MG. 85p. (Tese de Doutorado)
- ZANETTI, R., JAFFÉ, K., VILELA, E.F., ZANUNCIO, J.C., LEITE, H.G. 2000. Efeito da densidade e do tamanho de saúveiros sobre a produção de madeira em eucaliptais. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina, v.29, n.1, p.105-112,
- ZANUNCIO, J.C., CRUZ, A.P., SANTOS, D.F., OLIVEIRA, M.A. Eficiência da isca Mirex-S (sulfuramida 0,3%) no controle da *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae) em três dosagens. Acta Amazônica, Manaus, v.26, n.1/2, p.115-120, 1996a.
- ZANUNCIO, J.C.; LARANJEIRO, A.J.; SOUZA. O. Controle de *Acromyrmex subterraneus molestans* Santschi (Hymenoptera: Formicidae) com sulfuramida. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina, v.25, n.3, p.383-388, 1996b.
- ZANUNCIO, J.C.; LOPES, E.T.; ZANETTI, R.; PRATISSOLI, D.; COUTO, L. Spatial distribution of nests of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: formicidae) in plantations of *Eucalyptus urophylla* in Brazil. Sociobiology, v 39, n. 2, p231-242, 2002.

ZANUNCIO, J.C. 1973. Notas de aula de entomologia florestal. Viçosa. 153p.

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