

MARCOS FRANKLIN SOSSAI

DISTRIBUIÇÃO E AMOSTRAGEM DE NINHOS DE FORMIGAS CORTADEIRAS
EM TALHÕES DE EUCALIPTO EM TRÊS MARIAS, MINAS GERAIS E MONTE
DOURADO, PARÁ

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Entomologia, para
obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2005

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S715d
2005

Sossai, Marcos Franklin, 1974-

Distribuição e amostragem de ninhos de formigas cortadeiras em talhões de eucalipto em Três Marias, Minas Gerais e Monte Dourado, Pará / Marcos Franklin Sossai. – Viçosa : UFV, 2005.
xi, 103f. : il. ; 29cm.

Orientador: José Cola Zanuncio.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Formiga-cortadeira - Ninhos. 2. Formiga-cortadeira - Distribuição geográfica. 3. Formiga-cortadeira - Controle. 4. Formiga-cortadeira - Habitat. 5. Inseto - Comportamento. 6. Pragas - Controle integrado. 7. Eucalipto - Doenças e pragas. I. Universidade Federal de Viçosa. II.Título.

CDD 22.ed. 595.7961564

MARCOS FRANKLIN SOSSAI

DISTRIBUIÇÃO E AMOSTRAGEM DE NINHOS DE FORMIGAS CORTADEIRAS
EM TALHÕES DE EUCALIPTO EM TRÊS MARIAS, MINAS GERAIS E MONTE
DOURADO, PARÁ

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Entomologia, para
obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 08 de julho de 2005

Prof. José Eduardo Serrão
(Co-orientador)

Prof. Helio Garcia Leite
(Co-orientador)

Prof. Haroldo Nogueira de Paiva

Prof. Gilciano Saraiva Nogueira

Prof. José Cola Zanuncio
(Orientador)

A Deus
À minha família
Aos amigos

AGRADECIMENTOS

Ao professor José Cola Zanuncio, pela orientação, apoio e amizade.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Biologia Animal da UFV pela oportunidade de realização do curso.

À CAPES, pelo suporte financeiro.

Aos co-orientadores Helio Garcia Leite e José Eduardo Serrão, pela colaboração.

Ao Professor Gilciano Saraiva Nogueira, professor de Dendrometria, Inventário e Manejo Florestal da FAFEID (Faculdades Federais Integradas de Diamantina) pelo apoio no desenvolvimento dos trabalhos.

À minha noiva Hararrija, pela paciência, compreensão e incentivo.

À Secretária Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo, Maria da Glória Brito Abaurre, pela compreensão, confiança e incentivo.

Aos amigos e companheiros do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo, pelo incentivo.

À Dona Paula, secretária da pós-graduação, pela amizade, paciência e, por sempre, nos lembrar dos compromissos a cumprir.

Aos amigos e colegas da Entomologia José Milton, Germi, Harley, Jorge, Júnior, Rosenilson, Ana, Onice, Fausto, Adriã e todos os outros que compartilharam momentos.

Às amigas Imaculada, Rita Rocha, Dora, Marina e Luciana, pela insubstituível companhia.

Aos amigos que, para não cometer a injustiça de esquecer de algum nome, não vou listá-los.

BIOGRAFIA

Marcos Franklin Sossai, filho de Walter Sossai e Maria Dorotéia Franklin Sossai, nasceu aos três de fevereiro de 1974, na cidade de Colatina, Estado do Espírito Santo.

Em abril de 1992, ingressou no curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais, graduando-se em julho de 1997.

Em fevereiro de 1998, iniciou o curso de Especialização “Latu Sensu” em Manejo Integrado de Pragas, no Centro Agropecuário da Universidade Federal do Espírito Santo, concluindo-o em dezembro do mesmo ano.

De junho de 1998 a março de 1999, foi bolsista de aperfeiçoamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), no Laboratório de Controle Biológico do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO) e no Insetário do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa, desenvolvendo trabalhos com percevejos predadores e monitoramento de lepidópteros desfolhadores de eucalipto.

Em abril de 1999, iniciou o Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, concentrando seus estudos na área de Manejo Integrado de Formigas Cortadeiras, defendendo sua dissertação de mestrado em 23 de março de 2001.

Dando seqüência aos trabalhos de pesquisa, em abril de 2001 iniciou o Doutorado em Entomologia, concentrando seus estudos em trabalhos para avaliar a distribuição e a área de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras e a existência do efeito da distância da borda nessa distribuição, em talhões de

eucalipto em duas regiões do Brasil, prestando o exame de qualificação em 30 de junho de 2005 e defendendo sua tese em 08 de julho de 2005.

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
INTRODUÇÃO.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	7
NÚMERO E ÁREA DE TERRA SOLTA DE NINHOS DA FORMIGA CORTADEIRA <i>Atta sexdens sexdens</i> (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) E EFEITO DA DISTÂNCIA DA BORDA NA SUA DISTRIBUIÇÃO EM POVOAMENTOS DE <i>Eucalyptus</i> sp. NA REGIÃO AMAZÔNICA DO BRASIL.....	12
RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	12
INTRODUÇÃO.....	13
MATERIAL E MÉTODOS.....	15
RESULTADOS.....	16
DISCUSSÃO.....	19
CONCLUSÕES.....	23
AGRADECIMENTOS.....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO E ÁREA DE TERRA SOLTA DE NINHOS DE FORMIGAS CORTADEIRAS DE ACORDO COM A DISTÂNCIA DA BORDA DE TALHÕES DE <i>Eucalyptus</i> spp. EM TRÊS MARIAS, MINAS GERAIS.....	40
RESUMO.....	40

ABSTRACT.....	41
INTRODUÇÃO.....	42
MATERIAL E MÉTODOS.....	44
RESULTADOS.....	48
DISCUSSÃO.....	50
CONCLUSÕES.....	52
AGRADECIMENTOS.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
NÚMERO E ÁREA DE TERRA SOLTA DE NINHOS DA FORMIGA CORTADEIRA <i>Atta sexdens sexdens</i> (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) DE ACORDO COM A DISTÂNCIA DA BORDA DE TALHÕES DE <i>Eucalyptus</i> spp. NA AMAZÔNIA DO BRASIL.....	74
RESUMO.....	74
ABSTRACT.....	74
INTRODUÇÃO.....	75
MATERIAL E MÉTODOS.....	77
RESULTADOS.....	80
DISCUSSÃO.....	82
CONCLUSÕES.....	83
AGRADECIMENTOS.....	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	102

RESUMO

SOSSAI, Marcos Franklin, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2005.
Distribuição e amostragem de ninhos de formigas cortadeiras em talhões de eucalipto em Três Marias, Minas Gerais, e Monte Dourado, Pará. Orientador: José Cola Zanuncio. Co-orientadores: Helio Garcia Leite e José Eduardo Serrão.

Com o objetivo de avaliar a distribuição de ninhos de formigas cortadeiras e de suas áreas de terra solta em plantios de *Eucalyptus* spp., de acordo com a distância da borda do talhão, monoculturas dessa essência florestal foram estudadas nas regiões de Três Marias, Estado de Minas Gerais e Monte Dourado, Estado do Pará. Trinta talhões de eucalipto foram percorridos, sendo os ninhos de formigas cortadeiras identificados e aferidas suas áreas de terra solta e distância em relação à borda mais próxima do talhão. O efeito da distância da borda na distribuição de saúveiros e de suas áreas de terra solta foram analisadas com duas metodologias: percentual acumulado de ninhos de formigas cortadeiras e de suas áreas de terra solta para a região de Monte Dourado, Pará e; análise de identidade de modelos, tendo sido geradas equações para estimar as densidades e áreas de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras a cada 10 m de distância da borda do talhão, nas duas áreas. A análise de identidade de modelos mostrou não existir diferença na distribuição de ninhos de formigas cortadeiras e de suas áreas de terra solta entre faixas a cada 10 m de distância da borda. Esse teste mostrou, ainda, que a pequena variação entre os números observados e estimados de ninhos de formigas cortadeiras e de suas áreas de terra solta, além dos baixos níveis de infestação em todos os centros de classe estudados explica o fato do sistema de

monitoramento estar funcionando, satisfatoriamente, em área reflorestada na região de Três Marias, Minas Gerais. A análise da distribuição de ninhos de formigas cortadeiras e de suas áreas de terra solta em talhões de eucalipto, pelo método de percentuais acumulados, mostrou haver maior concentração de ninhos dessa praga em áreas mais próximas às bordas dos talhões na região de Monte Dourado, Pará. Por outro lado, a existência de saueiros com elevadas áreas de terra solta fez com que saltos percentuais fossem observados para a distribuição de terra solta naqueles talhões, não podendo, dessa forma, afirmar que existam maiores concentrações da mesma em determinadas distâncias da borda. A presença de formigueiros adultos pode ser tolerada sem danos econômicos, mas as elevadas áreas de terra solta em alguns talhões na região de Monte Dourado indicam que o controle de formigas cortadeiras apresenta, nessas áreas, resultados distintos de um talhão para outro, indicando necessidade de revisão dessa metodologia. Os resultados diferenciados do efeito de borda na distribuição e da área de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras, dependendo da metodologia de avaliação utilizada, indica que o teste de identidade de modelos não foi apropriado para esse tipo nas distâncias da borda estudadas (a cada 10 m).

ABSTRACT

SOSSAI, Marcos Franklin, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July of 2005.
Distribution and sampling of nests of leaf-cutting ants in eucalyptus stands in Três Marias, Minas Gerais State, and Monte Dourado, Pará State. Adviser: José Cola Zanuncio. Co-Advisers: Helio Garcia Leite and José Eduardo Serrão.

The objectives were to evaluate the distribution of nests of leaf-cutting ants and their areas of mound soil in *Eucalyptus* spp. stands according to their distance from the borders of these stands in monocultures of this plant in the areas of Três Marias, Minas Gerais State and Monte Dourado, Pará State, Brazil. Thirty eucalyptus stands were evaluated where the nests of leaf-cutting ants and their areas of mound soil from the nearest border of the eucalyptus stands were identified. The effect of the distance from these borders and the distribution of their areas of mound of soil were analyzed with two methodologies: the accumulated percentage of nests of leaf-cutting ants and their areas of mound soil in Monte Dourado, Pará State and the analysis of the identity models for both areas. Equations were generated to estimate the densities and the areas of mound soil of nests of leaf-cutting ants in 10 m strips from the borders of each eucalyptus stands for both areas. The analysis of the identity models showed no differences in the distribution of nests of leaf-cutting ants and their areas of mound soil between the 10 meters strips from the borders of the eucalyptus stands. This test showed low variation between the observed and the estimated numbers of nests of leaf-cutting ants and their areas of mound soil but the low infestation levels of all of them per class center shows that the monitoring system is working satisfactorily for the area of Três

Marias, Minas Gerais State. The analysis of the distribution of nests of leaf-cutting ants and their areas of mound soil in the eucalyptus stands with the method of the accumulated percentage showed larger concentration of nests of this pest in areas closer to the borders of the eucalyptus stands in Monte Dourado area, Pará State. The number of nests of leaf-cutting ants with bigger areas of mound areas and the significant increase on the percentage of the distribution of this last parameter did not permit to affirm that the larger concentrations of them exist at certain distances from the borders of the eucalyptus stands. The presence of adult nests of leaf-cutting ants can be tolerated without economic damages, but the high areas of mound soil in some eucalyptus stands in Monte Dourado indicate the necessity of revising the methodology of controlling nests of leaf-cutting ants in the stands of eucalyptus stands in this area. The different results of the border effect in the distribution of nests and the area of mound soil of leaf-cutting ants on the methodology of evaluation used indicates that the test of the identity models was not adequate to evaluate this behavior at different distances from the borders or the eucalyptus stands (at each 10 m).

INTRODUÇÃO

Originário da Austrália, o eucalipto vem sendo utilizado de forma intensiva em reflorestamentos comerciais em várias partes do mundo devido ao seu rápido crescimento (média de 45 m³/ha/ano em plantios clonais) e à produção de fibras e polpa de madeira de alta qualidade (Gonzalez 2002), tendo sido introduzido no Brasil antes de 1900 para substituir espécies de árvores nativas (Kliejunas *et al.* 2001).

As características de adaptabilidade do eucalipto às condições climáticas (Zanuncio *et al.* 2003) tornaram o Brasil detentor de uma das maiores áreas de plantio comercial dessa essência no mundo, com, aproximadamente, três milhões de hectares plantados, sendo mais de 50% no Estado de Minas Gerais (Flynn & Shield 1999).

A substituição de formações vegetais naturais por monoculturas forma ambientes fragmentados e simplificados que, para efeito de avaliação dos diversos fatores que passam a interagir no seu comportamento, foram enquadrados em teorias ecológicas, como a de biogeografia de ilha e sucessão de comunidades (Laranjeiro 2003). Com base nessas teorias, culturas perenes como as florestas de eucalipto podem ser consideradas como ilhas, apresentando longo período de maturação (Forti 1990), e a cada o ciclo o silvicultor decide quando será o início e o fim de um processo de sucessão ecológica.

A constatação das diversas conseqüências do processo de fragmentação sobre ecossistemas naturais como as florestas Atlântica e Amazônica levaram à necessidade de se estudar essa temática. Fragmentos florestais merecem atenção especial por estarem sujeitos aos eventos naturais que promovem a formação de ambientes em diferentes fases de regeneração e por serem mais susceptíveis à ação antrópica e ao efeito de borda (Nunes *et al.* 2003). Estudos sobre as conseqüências da fragmentação de florestas tropicais na Amazônia Central (Lovejoy *et al.* 1983, 1984, 1986, Lovejoy & Bierregaard 1990) e no Panamá (Williams-Linera 1990a, 1990b) indicam a ocorrência de alterações na estrutura e dinâmica da comunidade arbórea, principalmente próximo às bordas, recentemente, criadas, onde mudanças no microclima, principalmente no regime de luz e balanço de água no solo, desencadeiam mudanças biológicas drásticas (Kapos 1989, Laurance & Yensen 1991). Árvores nas extremidades das florestas produzem folhas com maior concentração de nitrogênio e carboidratos solúveis que são, positivamente, correlacionados com o desempenho e a densidade populacional de insetos (Hunter 2002).

O efeito de borda resulta da interação de ecossistemas adjacentes separados por uma transição abrupta (Gimenes & Anjos 2003). Esse efeito pode ser abiótico, envolvendo mudanças nas condições físicas resultantes da proximidade de um habitat, estruturalmente, diferente ao redor da floresta; biológico direto, envolvendo mudanças na distribuição e abundância de espécies pela alteração das condições físicas próximas à borda e; biológico indireto, resultado das mudanças nas interações entre as espécies nas proximidades da borda (Turton & Freiburger 1997). As influências abióticas mais importantes sobre a borda de uma floresta são a maior taxa de radiação solar e a temperatura do ar e do solo (com menor umidade deste) em

relação ao interior da mata, pois esses fatores conduzem muitos processos biológicos (fotossíntese, desenvolvimento da vegetação, decomposição e ciclo de nutrientes). A intensidade dessas modificações varia com a distância e aspecto da borda, ou seja, sua orientação em relação à posição do sol, sua estratificação vertical, além do formato, tamanho e idade do fragmento. Aves adaptadas a ambientes mais abertos utilizam a borda de florestas, mas não adentram ao interior das mesmas, enquanto outras podem ocupar toda a área de pequenos fragmentos florestais (Goosem 1997). Quanto mais circular e compacto for o formato do fragmento, maior será a área de interior em relação à borda, o que faz com que menor porção da floresta sofra danos do efeito de borda. No entanto, fragmentos estreitos ou irregulares têm grande proporção de borda em relação ao interior, o que significa maior prejuízo para as aves adaptadas ao interior da floresta (Wilcove & Robinson 1990, Turton & Freiburger 1997). Outro aspecto importante a ser considerado, ao se avaliar o efeito de borda, é a vizinhança dos fragmentos. Estudos comparando a área basal, altura média e número de indivíduos a diferentes distâncias da borda de um fragmento florestal, circundado por áreas de pastagem e talhões de pinus, mostraram que áreas vizinhas a pastagens estavam sujeitas ao efeito mais intenso de borda (Viana & Pinheiro 1998). Isto mostra que as atividades de reflorestamento podem atenuar o efeito de borda em fragmentos florestais.

Florestas comerciais manejadas apresentam ambiente fragmentado, o que representa ecossistemas de plantios com diferentes estágios de sucessão ecológica, espécies de árvores e estrutura de dossel que promovem condições abióticas alteradas, como bordas sem vegetação, que podem contribuir para as diferenças na fauna de insetos entre florestas comerciais e naturais (Peltonen & Heliövaara 1999).

A fragmentação experimental afeta a abundância e a riqueza de espécies de formigas e coleópteros pela maior quantidade de bordas (Golden & Crist 2000).

O estabelecimento de monocultivos florestais, além de causar o efeito de borda em decorrência da fragmentação, propicia a criação de ambientes favoráveis ao estabelecimento de insetos que podem se tornar pragas, pela abundância de um único recurso alimentar e às condições adversas à permanência e reprodução de inimigos naturais (Landis *et al.* 2000). A vegetação e os insetos mostraram relação direta com a heterogeneidade em áreas naturais e em culturas (Alves 1988). Um inseto herbívoro, frequentemente, terá maior dificuldade em localizar a planta hospedeira em habitat diversificado quando a concentração relativa do recurso é mais baixa (Laranjeiro 2003). Por isso, o setor florestal tem dedicado atenção aos insetos-praga nesses ambientes, principalmente formigas cortadeiras (Zanuncio *et al.* 2002a), a praga com maior potencial de causar danos em reflorestamentos.

Formigas do gênero *Atta*, conhecidas como saúvas, apresentam espécies em, praticamente, todo o Continente Americano (Della Lucia & Fowler 1993), como *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae), principal praga em plantios de *Pinus* spp. na Venezuela, com perdas acima de 50% do volume de madeira (Hernandez *et al.* 1999) e *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae) atacando pastagens, fruticultura e comprometendo construções civis pela construção de ninhos em áreas urbanas (Cassanelo 2000). No Brasil, *Atta bisphaerica* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae) é praga importante e exclusiva de gramíneas, inclusive de canaviais (Zanuncio *et al.* 1999, Araújo *et al.* 2004) e *A. sexdens rubropilosa*, conhecida como saúva limão, é considerada praga de grande importância para a agricultura e silvicultura pelos danos, principalmente, às essências

florestais como *Pinus* spp. (Forti *et al.* 2000) e *Eucalyptus* spp. (Zanetti *et al.* 2003a; Zanuncio *et al.* 2002a, 2002b).

No Brasil, o controle de formigas cortadeiras tem sido realizado, principalmente, com iscas tóxicas em combate localizado (aplicação de formicidas diretamente sobre os ninhos) (Zanetti *et al.* 2003a, Zanuncio *et al.* 2000) e sistemático (as iscas são distribuídas de forma sistemática na área, independente da localização dos ninhos) (Zanetti *et al.* 2003b). As formigas cortadeiras destacam-se como as principais pragas em plantios de *Pinus* e *Eucalyptus*, especialmente nas fases de pré-corte (áreas de reforma ou condução da floresta) e, imediatamente, após o plantio ou no início da condução de brotação, o que eleva o uso de iscas tóxicas nesses ecossistemas no Brasil, com consumo estimado de 12.000 toneladas por ano (Boareto & Forti 1997). A aplicação de iscas formicidas em áreas estratificadas de formigueiro tem sido o método de controle de formigas cortadeiras mais recomendado, por reduzir os custos de controle e a quantidade de resíduos no meio ambiente e promover, eficientemente, a paralisação da atividade de corte e extinção do formigueiro (Zanuncio *et al.* 1999, Zanuncio *et al.* 2000).

O manejo adequado de formigas cortadeiras é fundamental para o sucesso do estabelecimento de florestas comerciais de *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. O conjunto de técnicas e sistemas que compõem programas de manejo deve se adequar às condições ecológicas, climáticas, silviculturais e sócio-econômicas locais, para se obter bom desempenho no controle dos formigueiros, otimização de recursos e proteção do ambiente e dos operadores (Laranjeiro & Louzada 2000). Além disso, o manejo adequado, incluindo o uso racional de iscas formicidas, como a aplicação localizada, pode minimizar o impacto negativo sobre a mirmecofauna não alvo, que é importante para o equilíbrio ambiental (Ramos *et al.* 2003).

Programas de manejo, com o sistema monitorado de formigas cortadeiras, tem possibilitado a manutenção da densidade baixa de ninhos dessa praga em plantios de *Eucalyptus* spp., com diminuição da aplicação de iscas tóxicas e redução do impacto ambiental. Além disso, permite identificar as espécies de eucalipto mais susceptíveis e os efeitos de fragmentos florestais e faixas de vegetação sobre na densidade de saueiros e redução de seus danos em reflorestamentos (Zanetti *et al.* 2000).

Este trabalho teve como objetivo estudar a distribuição e a área de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras em plantios de eucalipto nas regiões de Três Marias, estado de Minas Gerais, e Monte Dourado, estado do Pará e avaliar a existência do efeito de borda sobre os mesmos.

Os capítulos desta tese foram formatados de acordo com as normas da Revista *Árvore*, com adaptações para a elaboração de tese da Universidade Federal de Viçosa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, A.N. 1998. Biodiversidade de insetos entomófagos das ordens Diptera e Hymenoptera em florestas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden associadas com sub-bosque e fragmentos de mata nativa. Botucatu, 1988. 97p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlia de Mesquita Filho”.
- Araújo, M.S., T.M.C. Della Lucia & M.C. Picanço 2004. Impacto da queima da palhada da cana de açúcar no ritmo diário de forrageamento de *Atta bisphaerica* (Hymenoptera: Formicidae). Revista Brasileira de Zoologia 21: 33-38.
- Boareto, M.A.C. & L.C. Forti 1997. Perspectivas no controle de formigas cortadeiras. IPEF 11: 31-46.
- Cassanelo, A.M.L. 2000. Nuevas tecnicas de manejo y control de hormigas cortadoras em la zona central del Paraguay. Revista de Ciencia y Tecnologia 1: 20-28.
- Della Lucia, T.M.C. & H.G. Fowle 1993. As Formigas Cortadeiras. p. 01-03. In: Della Lucia, T.M.C. (Ed). As Formigas Cortadeiras. Viçosa, 1993, 262p
- Flynn, R. & E. Shield 1999. *Eucalyptus*: progress in higher value utilization. A global review. Tacoma, WA and Annerley, Queensland: Robert Flynn & Associates and Economic Forestry Associates, 212p.
- Forti, L.C. 1990. Ecologia no Manejo de Pragas. In: CROCOMO, W.B. (Org.). Manejo de Pragas. São Paulo. São Paulo: CETESB, 36-56p.
- Forti, L.C., A.P.P. Andrade & V.M. Ramos 2000. Biologia e comportamento de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae): Implicações no seu controle.

- IN: Wilcken, C.F., Laranjeiro, A.J. & Louzada, R.M. (eds.). Anais do 1º Simpósio do Cone Sul sobre manejo de pragas e doenças de *Pinus*. IPEF 13: 103-114.
- Gimeses, M.R. & L. ANJOS 2003. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. *Maringá* 25: 391-402.
- Golden, D.M. & T.O. Crist 2000. Experimental effects of habitat fragmentation on rove beetles and ants: patch area or edge? *Oikos* 90: 525-528.
- Gonzalez, E.R. 2002. Transformação genética de *Eucalyptus grandis* e do híbrido *E. grandis* x *E. urophylla* via *Agrobacterium*. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 93p.
- Goosem, M. 1997. Internal fragmentation: the effects of roads, highways, and powerline clearings on movements and mortality of rainforest vertebrates. In: Laurance, W.F. & R.O. Bierregaard (Ed.) *Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities*. Chicago: The University of Chicago Press, 241-255p.
- Hernandez, J.V., C. Ramos, M. Borjas & K. Jaffe 1999. Growth of *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) nests in pine plantations. *Florida Entomologist* 82: 97-103.
- Hunter, M.D. 2002. Landscape structure, habitat fragmentation, and the ecology of insects. *Agricultural and Forest Entomology* 4: 159-166.
- Kapos, V. 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology* 5: 173-185.
- Kliejunas, J.T., B.M. Tkacz, H.H. Burdsall JR., G.A. Denitto, A. Eglitis, D.A. Haugen & W.E. Wallner 2001. Pest Risk Assessment of the Importation into the United States of Unprocessed Eucalyptus Logs and Chips from South America. General Technical Report, USDA, 134p.

- Landis, D.A., S.D. Wratten & G.M. Gurr 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology* 45: 175-201.
- Laranjeiro, J.A. 2003. Estabilidade da entomofauna num mosaico de plantações de eucalipto e áreas naturais de conservação. Tese (Doutorado em Ciências) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP, Piracicaba. 142p.
- Laranjeiro, A.J. & R.M. Louzada 2000. Manejo de formigas cortadeiras em florestas. IN: Wilcken, C.F., Laranjeiro, A.J. & Louzada, R.M. (eds.). Anais do 1º Simpósio do Cone Sul sobre manejo de pragas e doenças de *Pinus*. IPEF 13: 115-124.
- Laurance, W.F. & E. Yensen 1991. Predicting the impacts of edges in fragmented habitats. *Biological Conservation* 55: 77-92.
- Lovejoy, T. E. & R.O. Bierregaard 1990. Central Amazonian forests and the minimum critical size of ecosystems project. p.60-71. In: A. H. Gentry (Ed.). *Four neotropical rainforests*. Yale University Press, New Haven.
- Lovejoy, T. E., R.O. Bierregaard, J.M. Rankin & H.O.R. Schubart 1983. Ecological dynamics of forest fragments. p.377-384. In: S. L. Sutton; T. C. Whitmore e A. C. Chadwick (Eds.). *Tropical rainforest: ecology and management*. Blackwell Science, Oxford.
- Lovejoy, T. E., J.M. Rankin, R.O. Bierregaard, K.S. Brown, L.H. Emmons & M. Van Der Voot 1984. Ecosystem decay of Amazon forest remnants. Pp. 295-325. In: N. H. Nitecki (Ed.). *Extinctions*. University of Chicago Press, Chicago.
- Lovejoy, T. E., R.O. Bierregaard, A.B. Rylands, J.R. Malcolm, C.E. Quintela, L.H. Harper, K.S. Brown, A.H. Powell, G.V.N. Powell, H.O.R. Schubart & M.B. Hays 1986. Edges and other effects of isolation on Amazon forest fragments. p.257-285. In: M. E. Soulé (Ed.). *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. Sinauer, Sunderland.

- Nunes, Y.R.F., A.V.R. Mendonça, L. Botezelli, E.L.M. Machado & A.T. Oliveira Filho 2003. Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. *Acta Botânica Brasileira* 17: 213-229.
- Peltonen, M. & K. Heliövaara 1999. Attack density and breeding success of bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) at different distances from forest-clearcut edge. *Agricultural and Forest Entomology* 1: 237-242.
- Ramos, L.S., C.G.S. Marinho, R. Zanetti, J.H.C. Delabie & M.N. Schindewein 2003. Impacto de iscas formicidas granuladas sobre a mirmecofauna não-alvo em eucaliptais segundo duas formas de aplicação. *Neotropical Entomology*. 32: 231-237.
- Turton, S.M. & H.J. Freiburger 1997. Edge and aspect effects on the microclimate of a small tropical forest remnant on the Atherton Tableland, northeastern Australia. *In: LAURANCE, W.F.; BIERREGAARD, R.O. (Ed.) Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities. Chicago: The University of Chicago Press. p.45-54.*
- Viana, F.M. & L.A.F.V. Pinheiro 1998. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. *Série Técnica IPEF* 12: 25-42.
- Williams-Linera, G. 1990a. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. *Journal of Ecology*. 78: 356-373.
- Williams-Linera, G. 1990b. Origin and early development of forest edge vegetation in Panama. *Biotropica* 22: 235-241.
- Wilcove, D.S. & S.K. Robinson 1990. The impact of forest fragmentation on bird communities in Eastern North America. *In: KEAST, A. Biogeography and ecology of forest bird communities. (Ed.) The Hague: SPB Academic Publishing, p.319-331.*

- Zanetti, R., J.C. Zanuncio, A. Souza-Silva & L.G. Abreu 2003a. Eficiência da isca granulada aplicada sobre monte de terra solta de ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Árvore* 27: 407-410.
- Zanetti, R., J.C. Zanuncio, A.J. Mayhé-Nunes, A.G.B. Medeiros & A. Souza-Silva 2003b. Combate sistemático de formigas-cortadeiras com iscas granuladas, em eucaliptais com cultivo mínimo. *Revista Árvore* 27: 387-392.
- Zanetti, R., E.F. Vilela, J.C. Zanuncio, H.G. Leite & G.D. Freitas 2000. Influência da espécie cultivada e da vegetação nativa circundante na densidade de saúveiros em eucaliptais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35: 1911-1918.
- Zanuncio, J.C., M.F. Sossai, T.V. Zanuncio & H.N. Oliveira 1999. Eficiência das iscas granuladas Blitz, Mirex-S Max, Pikapau-S e Rainha no controle de *Atta bisphaerica* Forel (Hymenoptera: Formicidae). *Naturalia* 24: 295-297.
- Zanuncio, J.C., G. Mageste, J.M.M. Pereira & R. Zanetti 2000. Utilización del cebo Mirex-S (Sulfluramida 0.3%) para el control de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) en área estratificada de hormigueros. *Revista Colombiana de Entomología* 26: 157-160.
- Zanuncio, J.C., M.F. Sossai, H.N. Oliveira & J.S. Zanuncio JR 2002a. Influência das iscas formicidas Mirex-S Max e Blitz na paralisação de corte e no controle de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Árvore* 26: 237-242.
- Zanuncio, J.C., T.V. Zanuncio, F.A. Freitas & D. Pratisoli 2003. Population density of Lepidoptera in a plantation of *Eucalyptus urophylla* in the state of Minas Gerais, Brazil. *Animal Biology* 53: 17-26.
- Zanuncio, J.C., E.T. Lopes, R. Zanetti, D. Pratisoli & L. Couto 2002b. Spatial distribution of nests of the leaf cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 39: 231-242.

**NÚMERO E ÁREA DE TERRA SOLTA DE NINHOS DA FORMIGA CORTADEIRA
Atta sexdens sexdens (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) E EFEITO DA DISTÂNCIA
DA BORDA NA SUA DISTRIBUIÇÃO EM POVOAMENTOS DE *Eucalyptus* sp. NA
REGIÃO AMAZÔNICA DO BRASIL**

RESUMO – O conhecimento da distribuição de ninhos de formigas cortadeiras é importante em programas de amostragem para o monitoramento como ferramenta para o controle de populações desses insetos. Vinte talhões de eucalipto, em quatro projetos, foram percorridos por caminhamento na região de Monte Dourado, estado do Pará, para se estudar a distribuição de ninhos e da área de terra solta de formigas cortadeiras e o efeito de borda sobre este comportamento. A posição desses ninhos foi marcada em relação à borda mais próxima do talhão, em faixas de 10 m. A área total amostrada foi de 484,3 ha, onde foram encontrados 2.435 ninhos de *Atta sexdens sexdens* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Formicidae) com 9.326,05 m² de área de terra solta. Foram verificadas variações de 0,65 a 100,98 m²/ha de área de terra solta, por talhão estudado, mostrando que o método de controle de formigas cortadeiras utilizado nessas áreas tem trazido resultados distintos de controle de uma área ou talhão para outro. A maioria dos talhões (75%) apresentou maior percentual de saueiros próximos às bordas e distribuição uniforme ao longo das distâncias da borda. Por outro lado, a distribuição da área de terra solta variou, sendo mais concentrada no interior de alguns talhões e próxima às bordas em outros. A presença de aumentos acentuados no percentual acumulado de área de terra de uma faixa de distância para outra indica a presença de formigueiros adultos e a necessidade de revisão da forma de controle dessa praga nessa região.

Palavras-Chaves: Distância da borda, formiga cortadeira, monitoramento, efeito de borda.

***NUMBER AND AREA OF MOUND SOIL OF NESTS OF THE LEAF-CUTTING ANT
Atta sexdens sexdens (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) AND THEIR DISTRIBUTION
IN RELATION TO THE DISTANCE FROM THE BORDERS ON *Eucalyptus* sp.
STANDS IN THE AMAZONIAN AREA OF BRAZIL***

ABSTRACT - The knowledge of the distribution of nests of leaf-cutting ants is important to establish sampling programs for monitoring systems as control tools of populations of these insects. Twenty eucalyptus stands, in four areas, were evaluated in Monte Dourado, Pará State to study the distribution and the areas of mound soils of nests of leaf-cutting ants and

*the border effect on this behavior were evaluated. The position of these nests was marked in relation to the nearest border on each stand with 10 m strips. The total area sampled was 484.3 ha where 2,435 nests of the leaf-cutting ant *Atta sexdens sexdens* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Formicidae) with 9,326.05 m² of mound area were found. Variations from 0.65 to 100.98 m²/ha of area of mound soils were found depending on the stand studied. This shows that the methodology used to control nests of leaf-cutting ants in these areas is showing different results for each stand based on their infestation for each strip of the eucalyptus stands. Most stands (75%) presented larger percentage of nests of leaf-cutting ants with uniform distribution from the borders of the eucalyptus stands. On the other hand, the distribution of their area of mound soils varied with a larger concentration deeper in some stands and closer to the borders in others. The presence of accentuated increases in the accumulated percentage of area of mound soils from one strip to another indicates the presence of adult nests of leaf-cutting ants and the need of revising the methodology of controlling nests of leaf-cutting ants in this area.*

Keywords: Distance from the borders, leaf-cutting ants, monitoring, border effect.

1. INTRODUÇÃO

Insetos pragas estão incluídos entre os mais importantes fatores biológicos que podem regular a produtividade de florestas plantadas no Brasil (GUEDES et al., 2000; ZANUNCIO et al., 1998; ZANUNCIO et al., 2000; ZANUNCIO et al., 2001), com destaque para formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* que são dominantes em diversas comunidades de plantas, especialmente daquelas modificadas pela ação humana (FOWLER, 1983). Essas pragas são as mais prejudiciais aos plantios de eucalipto (OLIVEIRA et al., 1991) e seus danos podem inviabilizar a produtividade dessa cultura em reflorestamentos (AMANTE, 1967; SANTOS et al., 1979). Por isso, o combate às formigas cortadeiras é fundamental para evitar que o plantio possa ser destruído (MORAES, 1982).

Defensivos organoclorados foram, largamente, utilizados por terem baixo custo e boa eficiência. No entanto, o alto potencial impactante desses produtos ao meio ambiente tornou necessária a busca de soluções para minimizar esses problemas (LADEIRA, 2002). Por isto, além de investimentos em pesquisas com diferentes princípios ativos para o combate de insetos pragas, outros conceitos de controle, como o Manejo Integrado de Pragas (MIP)

passaram a ser estudados e introduzidos com o combate químico, somente quando necessário (ANJOS et al., 1993).

O MIP inclui o monitoramento para o acompanhamento da dinâmica de populações de insetos pragas com modelos estatísticos. Desta forma, o momento correto de efetuar o combate químico é definido a partir de informações obtidas em amostragens de campo e de parâmetros técnicos como o incremento anual de madeira e custo de combate desta praga por hectare, para se determinar o nível tolerável da mesma em determinada área. Além da questão ambiental, que é beneficiada pela redução da quantidade de defensivos, o monitoramento da população de formigas cortadeiras reduz os custos de empresas reflorestadoras pela diminuição da quantidade de formicidas aplicados e da necessidade de mão-de-obra. O monitoramento de ninhos de formigas cortadeiras mostrou que, para a manutenção da densidade populacional desses insetos em níveis abaixo daqueles causadores de dano econômico, seriam necessários combater, somente, 606 dos 1025,8 hectares de *Eucalyptus* sp. amostrados na região de João Pinheiro, Minas Gerais (ZANETTI et al., 2000).

A metodologia de amostragem tem papel fundamental no monitoramento de formigas cortadeiras, pois, a partir do censo obtido em parcelas amostrais, é estimada a população desses insetos por todo o talhão, ou seja, a eficiência de uma amostragem é, diretamente, afetada pela representatividade das amostras utilizadas e pela qualidade dos modelos estatísticos ajustados para esse fim. Por outro lado, a definição do método de amostragem, também, deverá considerar aspectos locais como tipo de relevo, formações vegetais do entorno, tamanho e formato dos talhões e características silviculturais (idade do plantio, tratamentos silviculturais, etc.), dentre outros, sendo todas fundamentais para garantir uma amostragem representativa, seja devido a questões operacionais (relevo acentuado e sub-bosque denso dificultando os levantamentos de campo), ou pela ocorrência de interações observadas em ambientes fragmentados, como o efeito de borda. Fatores como o tamanho, forma, grau de isolamento, tipo de vizinhança e histórico de perturbações se relacionam com fenômenos biológicos que afetam a mortalidade e a natalidade de plantas em fragmentos florestais como o efeito de borda, a deriva genética e as interações entre animais e plantas (VIANA e PINHEIRO, 1998).

O estudo e o conhecimento dos fatores que podem, direta ou indiretamente, afetar a dinâmica de fragmentos florestais é importante, pois, a substituição da vegetação natural por monoculturas leva ao estabelecimento de paisagens fragmentadas, o que pode ser, facilmente,

caracterizados por plantios comerciais de florestas. Além disso, nas adjacências de áreas plantadas, diversas formações vegetais podem ser encontradas, como pastagens, culturas agrônomicas e fragmentos de matas nativas, formando verdadeiros mosaicos.

Um dos principais efeitos da fragmentação de uma floresta é o aumento da proporção da borda exposta a outros habitats em relação ao seu interior, e em muitos casos a paisagem da borda passa a ser uma característica dominante no fragmento e a influência do efeito de borda torna-se extensiva (KAPOS et al., 1997). Assim, o efeito de borda que pode alterar a distribuição, o comportamento e a sobrevivência de espécies de plantas e animais, serão potencializados em áreas de intensa fragmentação (KAPOS, 1989; MURCIA, 1995). A ocorrência de himenópteros parasitóides foi maior em armadilhas na borda de talhões de eucalipto (DALL'OGGIO et al., 2003) e a ocorrência de Hymenoptera e Lepidoptera foi maior nas bordas de mata nativa, exceto nos meses da primavera (LARANJEIRO, 2003). Isto ocorre pelo fato de ambientes de transição, como os de borda, apresentarem maior diversidade de vegetação em sucessão ecológica, refúgios mais adequados e maior disponibilidade de alimento pela maior diversidade de espécies (CLARKE, 1974; HUNTER, 1990).

O objetivo foi estudar a distribuição de ninhos e da área de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras em talhões de eucaliptos e se existe efeito de borda nessa distribuição.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido de novembro de 1999 a junho de 2000 na região de Monte Dourado, município de Almeirim, estado do Pará, Brasil entre as latitudes 00°27'00"S e 01°30'00" S e longitudes 51°40'00" e 53°20'00" W. O clima da região é do tipo Amw, segundo a classificação de Koppen, com temperatura e precipitação média anual de 26,3°C e 2.115 mm, respectivamente, e concentração pluviométrica de janeiro a junho.

Quatro projetos, com cinco talhões de eucalipto cada, idade entre um e cinco anos e o controle de formigas cortadeiras sendo conduzido de acordo com o monitoramento a partir da técnica do pior foco, foram utilizados. Essa técnica se baseia na escolha de áreas com maior intensidade de desfolha e do número e tamanho de colônias de formigas cortadeiras (ANJOS et al., 1993). O estudo foi realizado em povoamentos do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, com espaçamento 3 x 3 metros.

Os talhões foram percorridos e os ninhos de formigas cortadeiras identificados, obtendo-se o número, área de terra solta e a distância dos mesmos em relação à borda mais próxima do talhão. A posição de cada um desses ninhos foi estabelecida em faixas de 10 metros de distância da borda do talhão. A relação entre a distribuição da área de terra solta e o número de ninhos de saúvas com a distância da borda foi estudada com a correlação de Spearman em nível de 5%.

Os projetos estudados foram denominados A, B, C e D e os cinco talhões avaliados por projeto como A1, A2, A3, A4 e A5; B1, B2, B3, B4 e B5; C1, C2, C3, C4 e C5 e D1, D2, D3, D4 e D5, respectivamente (Quadro 1).

3. RESULTADOS

A área total amostrada de plantios de eucalipto foi de 484,3 hectares, sendo localizados 2.435 ninhos de *Atta sexdens sexdens* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Formicidae) com 9.326,05 m² de área de terra solta. O número de ninhos e de área de terra solta total (nos 20 talhões) por hectare foi de 5,03 e 19,26, respectivamente (Quadro 2).

Os projetos A, B, C e D apresentaram 1,72; 1,72; 5,74 e 9,74 formigueiros e 41,20; 8,38; 3,62 e 23,50 m² de área de terra solta por hectare, respectivamente (Quadro 2).

Os talhões A1 e A4 apresentaram as maiores áreas de terra solta por hectare, com 68,01 e 100,98 m²/ha, respectivamente, seguidos pelos talhões do projeto D, com 19,51 a 26,51 m²/ha. As menores áreas de terra solta por hectare foram de 0,65 e 0,84 m²/ha nos talhões C1 e C2, respectivamente (Quadro 2). No talhão A1, verificou-se salto percentual acumulado de área de terra solta de cerca de 58% aos 70 m de distância da borda.

Os talhões D2, D3 e D4 apresentaram maiores números de ninhos de formigas cortadeiras com 12,35, 27,25 e 10,63 saúveiros por hectare, respectivamente (Quadro 2) e as menores densidades de ninhos foram verificadas nos talhões B2, A2 e A3, com menos de uma colônia por hectare (Quadro 2).

A área média de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras foi maior nos talhões A1, A2, A3 e A4 com valor superior a 10 m²/ninho, enquanto as menores foram verificadas nos talhões C1, C2, C5 e D3, com menos de um m²/ninho (Quadro 2).

O teste de correlação, entre a área de terra solta e o número de formigueiros (Quadro 3), foi significativo para os projetos B, C e D, mas não para o A.

O aumento do percentual acumulado da área de terra solta foi proporcional ao do número de ninhos de formigas cortadeiras, quando se avaliou os 20 talhões simultaneamente. A partir dos 40 m de distância da borda, o percentual acumulado de área de terra solta foi sempre acima do percentual acumulado de ninhos (Figura 1, Quadro 4). O percentual acumulado de área de terra solta foi maior que o de ninhos de formigas cortadeiras no projeto C, analisando-o individualmente, que apresentou esse comportamento em todas as faixas de distância estudadas (Figura 2).

A maioria (>50%) dos ninhos de formigas cortadeiras e de suas áreas de terra solta foi verificada em até 90 e 60 m da borda dos talhões, respectivamente, com 5,42% e 2,62% de ninhos e de área de terra solta, nos primeiros 10 m da borda, respectivamente (Figura 1, Quadro 4).

Os talhões do projeto A, com distância máxima da borda de 120 (A1 e A2) e 130 m (A3, A4 e A5), apresentaram maior percentual de ninhos próximo à sua parte central, ou seja, a distâncias superiores à metade de suas distâncias máximas da borda, que foram de 60 m para os talhões A1 e A2 e 65m para os A3, A4 e A5. O percentual acumulado de área de terra solta foi, também, mais concentrado próximo ao centro nos talhões A2 e A5 e mais à borda nos demais talhões (Figura 3).

O projeto A apresentou aumentos expressivos no percentual acumulado de área de terra solta, de uma faixa de distância para outra, em todos os talhões, com destaque para o A5, que teve aumento de cerca de 60% a 70 m da borda. Com exceção do talhão A2, todos os demais apresentaram, em determinadas faixas de distância da borda, percentual acumulado de área de terra solta superior ao do de ninhos de formigas cortadeiras (Figura 3).

Os talhões do projeto B, com distâncias máximas da borda de 80 (B1), 100 (B2), 150 (B3) e 200 m (B4 e B5), tiveram distribuição uniforme do percentual acumulado de ninhos de formigas cortadeiras ao longo de todas as distâncias da borda, enquanto isso não foi observado para a área de terra solta, que apresentou aumentos expressivos aos 10, 40 e 100 m das bordas nos talhões B1, B5 e B4, respectivamente. No talhão B1, cerca de 80% da área de

terra solta foi verificada nos primeiros 10 m da borda, enquanto esse percentual foi entre 20 e 35% nos talhões B3 e B5 (Figura 4).

Entre 15 e 20% dos ninhos de formigas cortadeiras estavam em distâncias de até 10 m da borda nos talhões B1, B2, B3 e B5. Os talhões B2 e B3 não apresentaram aumentos expressivos da área de terra solta como verificado para os demais desse projeto, com aumento do percentual acumulado de área de terra solta proporcional ao de ninhos de formigas cortadeiras (Figura 4).

Todos os talhões do projeto B apresentaram a maioria dos ninhos de formigas cortadeiras (>50%) em distâncias inferiores ou até à metade de suas distâncias máximas da borda, ou seja, até 40, 50, 75, 100 e 100 m nos talhões B1, B2, B3, B4 e B5, respectivamente. O mesmo comportamento foi verificado para a concentração de área de terra solta, exceto para o talhão B4.

Os talhões do projeto C apresentaram pequena variação em suas distâncias máximas da borda, como o observado no projeto A, sendo as mesmas de 200 (C1), 210 (C2 e C3) e 220 m (C4 e C5). Os talhões C3 e C5 apresentaram aumento significativo da área de terra solta aos 20 e 50 m da borda, respectivamente, enquanto isto se deu às distâncias de 100 e 120 m para o talhão C4 e aos 110 m para o C2 (Figura 5). O percentual acumulado de ninhos variou de quatro a 11% nos primeiros 10 m a partir da borda, enquanto, nessa mesma faixa, o percentual de área de terra solta esteve entre um e 30%. No talhão C3, devido ao salto percentual verificado para a área de terra solta, cerca de 85% dessa área foi verificada até 20 m da borda. O aumento percentual no talhão C5, aos 50 m da borda, correspondeu a cerca de 76% do total de área de terra solta desse (Figura 5).

Os ninhos de formigas cortadeiras estavam mais concentrados em distâncias inferiores a metade de suas distâncias máximas em todos os talhões do projeto C, ou seja, mais próximos da borda do talhão. Esse comportamento foi observado para a área de terra solta, nos talhões C3 e C5, enquanto nos demais talhões, essa área esteve mais concentrada em faixas de distância da borda próximas ao centro dos mesmos (Figura 5).

Os talhões do projeto D apresentaram as maiores distâncias máximas da borda e a maior variação entre as mesmas, com 230, 240, 320, 370 e 400 m para os D1, D2, D3, D4 e D5, respectivamente (Figura 6). Os talhões D1 e D3 apresentaram aumento expressivo do

percentual acumulado de área de terra solta aos 140 e 50 m da borda, respectivamente, enquanto esse aumento foi menos intenso aos 210 e 200 m para os D2 e D4, respectivamente (Figura 6).

Todos os talhões do projeto D apresentaram maior concentração de ninhos de formigas cortadeiras em distâncias da borda inferiores ou até a metade de suas distâncias máximas da mesma, ou seja, a maioria dos ninhos dessa praga (>50%) estava em até 115, 120, 160, 185 e 200 m da borda dos talhões D1, D2, D3, D4 e D5, respectivamente. Entre dois e 10% dos ninhos de formigas cortadeiras estavam localizados em até 10 m da borda, enquanto esse percentual variou de 0,2 a 5,5% para área de terra solta, nessa mesma faixa de distância (Figura 6).

Os talhões D1, D2 e D4 apresentaram maior percentual de área de terra solta mais próximo ao centro, enquanto a distribuição dessa área foi mais equilibrada em todas as faixas de distância no D5. O talhão D3 mostrou salto do percentual acumulado de área de terra solta até os 50 m da borda, com cerca de 65%, apresentando, portanto, maior concentração de área de terra solta próximo à sua borda (Figura 6).

4. DISCUSSÃO

A densidade e a área de terra solta de ninhos de *A. sexdens sexdens* variou com o projeto avaliado, mostrando que o método de controle de formigas cortadeiras utilizado nessas áreas traz resultados distintos de um talhão para outro. Isso pode ser verificado pela densidade da área de terra solta de 0,65 a 8,54 m²/ha nos talhões do projeto C e de 11,87 a 100,98 m²/ha naqueles do A.

O método de monitoramento, baseado na técnica do pior foco, é feito a partir de vistorias por todo o conjunto de estradas e aceiros da floresta com o objetivo de determinar a quantidade e a qualidade dos focos de ocorrência de formigas cortadeiras (ANJOS et al., 1993), sendo caracterizado como foco um local onde se observa uma colônia de grande tamanho ou mais de uma colônia pequena ou, ainda, árvores com desfolha. As parcelas amostrais são lançadas nesses locais para se definir a necessidade ou não do combate. Levantamentos de campo, baseados na observação visual, a partir de aceiros e de estradas de acesso aos plantios de eucalipto, podem ter sua eficiência comprometida em talhões com sub-

bosque ou mesmo naqueles com maior profundidade, ou seja, grande distância entre a borda e o centro do talhão.

As elevadas médias de áreas de terra solta como dos talhões A1 e A4 indicam a presença de ninhos adultos de *A. sexdens sexdens* nessas áreas, cuja idade pode ser estimada pela área de terra solta dos mesmos, pois, saúveiros de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae) apresentaram cerca de 10 m² de área de terra solta após dois anos de seu estabelecimento (HERNÁNDEZ et al., 1999) enquanto isso pode chegar a 24 m² para *A. laevigata* (SALZEMANN e JAFFÉ, 1990). Colônias de *A. sexdens rubropilosa* atingem desenvolvimento máximo aos três anos de idade (AUTUORI, 1941) quando, além da intensa capacidade de forrageio, passam a produzir, anualmente, indivíduos alados (MARICONI, 1970) para o estabelecimento de novos ninhos. A constatação de elevada área média de terra solta por ninho pode se dar devido à ocorrência de vários formigueiros com elevadas áreas de terra solta, ou seja, com suas áreas equivalentes ou semelhantes à média verificada no talhão, ou pela presença de um ou poucos ninhos com áreas elevadas. Isto foi verificado no talhão A1 que apresentou 58% de aumento na área de terra solta aos 70 m de distância da borda, ou seja, a presença de, aproximadamente, 930 m² de área de terra solta a essa distância foi causada por cerca de sete saúveiros.

Os talhões C1 e C2, com densidade de ninhos de *Atta sexdens sexdens* superior aquelas apresentadas nos projetos A e B, indica que o combate vem sendo realizado sistematicamente nessas áreas e, com maior eficiência, pois a área de terra solta de ninhos foi inferior a 1 m². Área com alta infestação de saúveiros pequenos pode estar relacionada às áreas vizinhas aos talhões que funcionam com dispersoras de alados desses indivíduos (ZANETTI et al., 2000). Florestas de eucalipto normalmente apresentam saúveiros com área de terra solta inferior a 1 m² até o primeiro ano do plantio, passando a aumentar até os três anos, quando volta a reduzir-se aos níveis iniciais, permanecendo estável até a idade de corte da floresta. No início do desenvolvimento da floresta de eucalipto, os talhões recebem combates intensivos (sistemático e ronda), para reduzir as perdas de mudas após o plantio, o que explicaria as baixas densidade e área de saúveiros na fase inicial. A partir do primeiro ano, os combates passam a ser menos intensos, o que pode permitir um aumento na densidade dos saúveiros em todas as classes de tamanho. Assim, os saúveiros remanescentes crescem e passam das classes menores para as maiores, enquanto a densidade de classe de tamanho inferiores a 1 m² permanece quase constante, em razão da infestação anual de alados advindos

de fragmentos de florestas nativas vizinhos aos talhões (ZANETTI et al., 2000). Os dados apresentados por esses autores, também, explicam o elevado número de colônias de *A. sexdens sexdens* nos talhões do projeto D, que apresentavam 21 meses de idade.

A correlação entre a distribuição dos ninhos de formigas cortadeiras, ao longo de todas as faixas estudadas e a área de terra solta foi positiva para todos os projetos. Isto indica que, independente da distância da borda estudada, o comportamento da distribuição da área de terra solta acompanha o de ninhos de formigas cortadeiras. Contudo, essa correlação não foi significativa para o projeto A, o que pode ser explicado pela presença de formigueiros com elevadas áreas de terra solta nessas áreas. A correlação significativa para os projetos B, C e D também indicam que seus talhões apresentam níveis semelhantes de controle dessa praga, uma vez que, mesmo apresentando, como no projeto D, maiores valores de área de terra solta por hectare, o elevado número de formigueiros indica que os mesmos são de pequeno tamanho, mostrando que o controle vem sendo realizado.

A distribuição dos ninhos de *A. sexdens sexdens* indica que essa praga prefere estabelecer seus ninhos próximos às bordas dos talhões, como *A. sexdens rubropilosa* e *A. laevigata*, que tiveram a maioria de seus ninhos a distâncias de até 130 m da borda dos talhões (SOSSAI et al., 2005; ZANUNCIO et al., 2002a). No entanto, esses autores encontraram valores diferentes do percentual de ninhos de formigas cortadeiras nos primeiros 10 m a partir da borda do talhão, com 29,54% (ZANUNCIO et al., 2002a) e 5,46 % (SOSSAI et al., 2005). Embora esse último autor tenha relatado resultados semelhantes ao da média dos talhões estudados, com 5,42% dos ninhos de *A. sexdens sexdens* nos primeiros 10 m, a avaliação individual dos talhões do projeto B mostra que 20 a 35% da área de terra solta dos mesmos localizada em até 10 m da borda, de forma semelhante ao observado em plantio de *Eucalyptus urophylla* (ZANUNCIO et al., 2002a). A variação nesses percentuais, nos talhões C e D, de um a 30% e de 0,2 a 5,5%, pode ser explicado pelo efeito de ambientes de transição como os de borda na dinâmica de ocupação de formigas cortadeiras em plantios de eucaliptos. Faixas de vegetação nativa reduzem a densidade de saúveiros nos talhões que margeiam, enquanto fragmentos de florestas nativas aumentam essa densidade (ZANETTI et al., 2000). Além disso, árvores localizadas nas extremidades das florestas produzem folhas com maior concentração de nitrogênio e carboidratos solúveis, devido à intensa exposição solar, que são, positivamente, correlacionados com o desempenho e a densidade populacional de insetos (HUNTER, 2002). A taxa de mortalidade de árvores próximas à borda foi maior em um

fragmento florestal de 9,5 ha na região da Mata Atlântica, mostrando que o efeito de borda se relaciona a fatores que afetam essa taxa (VIANA et al., 1997). As peculiaridades da borda de uma floresta podem provocar diferenças na composição da avifauna, quando comparados com o interior da mata (PÉRICO e CEMIN, 2006). O efeito de borda pode aumentar, localmente, a área basal e a densidade devido à maior abundância de luz (MURCIA, 1995). A proteção de espécies no interior de um fragmento florestal em relação às ameaças externas é proporcional à distância entre as extremidades (bordas) e o seu centro (PIRES, 1995). Diversas conseqüências biológicas têm sido relatadas como resultado da criação de bordas, sendo as mesmas devido às mudanças que afetam as condições microclimáticas da floresta até certa distância a partir da borda (KAPOS, 1989). Árvores de espécies pioneiras foram mais abundantes na borda que no interior de fragmentos (NUNES et al., 2003). Esses autores relatam que a preferência dessas espécies parece ter sido favorecida pela maior intensidade luminosa das bordas. O fator de forma (relação entre área de um fragmento florestal e seu perímetro) foi utilizado para analisar a vulnerabilidade dos fragmentos a perturbações, especialmente através do efeito de borda (VIANA e PINHEIRO, 1998). Esses autores, com base no fator de forma, mostraram que os fragmentos foram classificados como “arredondados” (fator de forma $> 0,8$), menos sujeitos ao efeito de borda, “alongados” ($0,8 >$ fator de forma $> 0,6$) e “muito alongados” (fator de forma $< 0,6$), sendo esses últimos mais sujeitos ao efeito de borda. Diversos trabalhos tem sido conduzidos desconsiderando faixas próximas às bordas dos fragmentos, visando eliminar ou reduzir as interferências do efeito de borda nos estudos sobre a dinâmica de ocupação de diversas espécies da flora e fauna. O limite de 30 m foi utilizado como zona de efeito de borda sobre todos os fragmentos de mata (SCARIOT, 1998) enquanto outros autores lançaram parcelas a 75 m da estrada de acesso visando reduzir esse efeito (ROLIN et al., 1999 e JESUS et al., 1992).

A localização da maioria dos ninhos de *A. sexdens sexdens*, próximos às bordas em 75% dos talhões (12 talhões), concorda com o verificado sobre a influência do efeito de borda na dinâmica de ocupação de diversos organismos (WILLIAMS-LINERA, 1990; VIANA e TABANEZ, 1996; TABANEZ et al., 1997; ENGEL et al., 1998).

A presença de formigueiros adultos e a elevada área de terra solta por ninho em alguns talhões de eucalipto indicam a necessidade de se revisar a forma de controle e de amostragem para o monitoramento dessa praga. O aumento da densidade de saúveiros, em todas as classes de tamanho, pode ser considerado normal após o primeiro ano de plantio de

eucalipto (ZANETTI et al., 2000), mas a presença de ninhos com elevadas áreas de terra solta deve ser evitado devido ao dano econômico que podem causar pela alta capacidade de forrageio que apresentam em áreas reflorestadas. Além disso, a presença de formigueiros adultos constitui focos permanentes de proliferação dessa praga, pois 38 meses após sua fundação (DELLA LUCIA e BENTO, 1993), ninhos de *Atta* spp. passam a liberar anualmente indivíduos alados em suas revoadas. Isto é importante, pois um formigueiro de *A. sexdens rubropilosa* pode produzir, anualmente, 2.900 içás e 14.250 bitus para o vôo nupcial (MARICONI, 1970).

A distribuição espacial de ninhos de formigas cortadeiras tem sido estudada em regiões distintas com diferenças na forma de manejo, no clima, nas formações vegetais locais e nas espécies de pragas predominantes. A utilização do cultivo mínimo em plantios de eucalipto, para reduzir custos e obter melhores condições ambientais, dificulta o controle de formigas cortadeiras, especialmente aquelas do gênero *Acromyrmex* (ZANETTI et al., 2003). De forma semelhante, formigueiros iniciais de *Atta* spp. são de difícil localização em áreas com sub-bosque ou naquelas com cultivo mínimo. Por outro lado, a manutenção do sub-bosque, embora dificulte a localização de formigueiros iniciais, pode reduzir a densidade de saúveiros em eucaliptais (ALMEIDA et al., 1983a; ALMEIDA et al., 1983b). Equipes de controle treinadas e capacitadas poderiam reduzir as chances de um formigueiro ser tratado e continuar ativo, pois iscas formicidas à base de sulfluramida e fipronil são eficientes para o controle dessa praga (ZANUNCIO et al., 1999; ZANUNCIO et al., 2002b). No entanto, se a aplicação for feita de maneira incorreta e na dosagem errada, o formigueiro não será eliminado e poderá comprometer pesquisas futuras incluindo aquelas sobre a dinâmica de ocupação desses insetos.

5. CONCLUSÕES

O estudo do percentual acumulado do número de ninhos de *A. sexdens sexdens*, ao longo das distâncias da borda do talhão, mostrou-se eficiente para avaliar o efeito de borda na distribuição desses ninhos em talhões de eucaliptos.

A distribuição de ninhos de *A. sexdens sexdens* foi uniforme ao longo de todas as distâncias e mostrou que essa formiga estabelece seus ninhos, preferencialmente, em áreas próximas as bordas dos talhões de eucaliptos.

A distribuição da área de terra solta de ninhos de *A. sexdens sexdens* foi uniforme da borda para o centro do talhão exceto naqueles com saltos percentuais verificados devido a presença de ninhos adultos com elevada área de terra solta e mostrou não sofrer interferência do efeito de borda.

A verificação do efeito de borda, na distribuição de ninhos de formigas cortadeiras, deverá considerar parâmetros que interferem no mesmo como o formato e tamanho dos talhões e vegetação de entorno.

6. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.F.; ALVES, J.E.M.; MENDES FILHO, J.M.A. Manutenção de sub-bosque em florestas de *Eucalyptus urophylla* e a distribuição regular de porta-iscas, visando o controle preventivo de saúvas (*Atta* spp.). **Silvicultura**, v. 8, n. 28, p. 142-144, 1983a.

ALMEIDA, A.F.; ALVES, J.E.M.; MENDES FILHO, J.M.A.; LARANJEIRO, A.J. A avifauna e o sub-bosque como fatores auxiliares no controle biológico das saúvas em florestas implantadas. **Silvicultura**, v. 8, n. 28, p. 145-150, 1983b.

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

ANJOS, N.; MOREIRA, D.D.; DELLA LUCIA, T.M.C. Manejo Integrado de Formigas Cortadeiras em Reflorestamentos. p. 212-241, 1993. In: DELLA LUCIA, T.M.C. (Ed). **As Formigas Cortadeiras**. Viçosa, 1993, 262p.

AUTUORI, M. Contribuição para o conhecimento da saúva (*Atta* spp. – Hymenoptera-Formicidae). I. Evolução do saúveiro (*Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 12, p. 197-228, 1941.

CLARKE, G.L. **Elementos de Ecologia**. 4. ed. Barcelona: Omega, 1974. 637p.

DALL'OGGIO, O.T.; ZANUNCIO, J.C.; FREITAS, F.A.; PINTO, R. Himenópteros parasitóides coletados em povoamento de *Eucalyptus grandis* e mata nativa em Ipaba, estado de Minas Gerais. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 1, p. 123-129, 2003.

DELLA LUCIA, T.M.C; BENTO, J.M.S. Vôo Nupcial ou Revoada. p. 54-59, 1993. In: DELLA LUCIA, T.M.C. (Ed). **As Formigas Cortadeiras**. Viçosa, 1993. 262p.

ENGEL, V. L.; FONSECA, R. C. B.; Oliveira, R. E. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 43-64, 1998.

FOWLER, H.G. Distribution patterns of Paraguayan leaf-cutting ants (*Atta* and *Acromyrmex*) (Formicidae: Attini). **Studies on Neotropical Fauna and Environment**. v. 18, p. 121-138, 1983.

GUEDES, R.N.C.; ZANUNCIO, T.V.; ZANUNCIO, J.C.; MEDEIROS, A.G.B. Species richness and fluctuation of defoliator Lepidoptera populations in Brazilian plantations of *Eucalyptus grandis* as affected by plant age and weather factors. **Forest Ecology and Management**, v. 137, p. 179-184, 2000.

HERNÁNDEZ, J.V.; RAMOS, C.; BORJAS, M.; JAFFE, K. Growth of *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) nests in pine plantations. **Florida Entomologist**, v. 82, n. 1, p. 97-103, 1999.

HUNTER, M.D. Landscape structure, habitat fragmentation, and the ecology of insects. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 4, n. 3, p. 159-166, 2002.

HUNTER, M.L. **Wildlife Forests, and Forestry: Principles of Managing Forests for Biological Diversity**. New Jersey: Prentice Hall. 1990. 370p.

JESUS, R.M.; SOUZA, A.L.; GARCIA, A. Produção sustentável de floresta atlântica. **Documento SIF**, n. 7, 1992.

KAPOS, V.; WENDELL, E.; CAMARGO, J.L.C.; GANADE, G.M.S. Edge-related changes in environment and plant responses due to forest fragmentation in central Amazonia. In: LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD, R. O. (Ed.) **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago: The University of Chicago Press, 1997. p. 33-44.

KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, v. 5, n. 2, p. 173-185, 1989.

LADEIRA, H.P. **Quatro décadas de Engenharia Florestal no Brasil**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 2002. 207p.

LARANJEIRO, J.A. **Estabilidade da entomofauna num mosaico de plantações de eucalipto e áreas naturais de conservação**. 2003. 142f. Tese (Doutorado em Ciências) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP, Piracicaba, 2003.

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

MORAES, T.S.A. Controle de formigas cortadeiras na Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara, **Revista Silvicultura**, v. 7, n. 25, p. 35-38, 1982.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 10, p. 58-62, 1995.

NUNES, Y.R.F.; MENDONÇA, A.V.R.; BOTEZELLI, L.; MACHADO, E.L.M.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. **Acta Botânica Brasileira**, v. 17, n. 2, p. 213-229, 2003.

OLIVEIRA, M.A.; MOREIRA, D.D.O.; DELLA LUCIA, T.M.C.; VILELA, E.F. Desenvolvimento inicial de saúvas de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae) em laboratório e no campo. **Árvore**, v. 15, n. 2, p. 189-191, 1991.

PÉRICO, E.; CEMIN, G. Caracterização da paisagem do município de Arvorezinha, RS, com ênfase na dinâmica dos fragmentos florestais, por meio de sistemas de informações geográficas (SIGs). **Scientia Forestalis**, n. 70, p. 09-21, 2006.

PIRES, J.S.R. **Análise ambiental voltada ao planejamento e gerenciamento do ambiente rural: abordagem metodológica aplicada ao município de Luiz Antonio, SP**. 1995. 232f. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1995.

- ROLIM, S.G.; COUTO, H.T.Z.; JESUS, R.M. Mortalidade e recrutamento de árvores na Floresta Atlântica em Linhares (ES). **Scientia Forestalis**, n. 55, p. 49-69, 1999.
- SALZEMANN, A.; JAFFÉ, K. Territorial ecology of the leaf-cutting ant, *Atta laevigata* (Fr. Smith) Hymenoptera: Myrmicinae, p.345-354, In: VANDER MEER, R.K. JAFFÉ, K. CEDEÑO, A. (Ed) **Applied Myrmecology: a World Perspective**. Westview Press, Boulder. 1990.
- SANTOS, G.P.; GOMES, J.M.; ZANUNCIO, J.C.; BRANDI, R.M. Controle de saúva pelo sistema de termonebulização na região de Timóteo, MG. **Brasil Florestal**, v. 9, n. 38, p. 18-20, 1979.
- SCARIOT, A. Conseqüências da fragmentação da floresta na comunidade de palmeiras na Amazônia central. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 71-86, 1998.
- SOSSAI, M.F.; ZANUNCIO, J.C.; LEITE, H.G.; ZANETTI, R.; SERRÃO, J.E. Transects to estimate the number of leaf cutting ant nests in *Eucalyptus urophylla* plantations (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, v. 46, n. 3, p. 58-65, 2005.
- TABANEZ, A.A. J.; VIANA, V.M.; DIAS, A.S. Conseqüências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 57, n. 1, p. 47-60, 1997.
- VIANA, V.M.; TABANEZ, A.A.J. Biology and conservation of forest fragments in the Brazilian Atlantic Moist Forest. p. 151-167, 1996. In: J. Schelhas e R. Greenberg (Eds.). **Forest patches in tropical landscapes**. Island Press, Washington.
- VIANA, V.M.; PINHEIRO, L.A.F.V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998.
- VIANA, V.M.; TABANEZ, A.A.J., BATISTA, J.L. Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic Moist Forest. In: LAURANCE, W.F.; BIERREGAARD, R.O. (Ed.) **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago: The University of Chicago Press, 1997. p. 351-365.
- WILLIAMS-LINERA, G. Origin and early development of forest edge vegetation in Panama. **Biotropica**, v.22, n.3, p.235-241, 1990.

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 saúveiros em eucaliptais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 10, p. 1911-1918, 2000.

ZANETTI, R., ZANUNCIO, J.C., MAYHÉ-NUNES, A.J., MEDEIROS, A.G.B., SOUZA-SILVA, A. Combate sistemático de formigas-cortadeiras, com iscas granuladas, em eucaliptais com cultivo mínimo. **Árvore**, v. 27, n. 3, p. 387-392, 2003.

ZANUNCIO, J.C.; LOPES, E.T.; ZANETTI, R.; PRATISSOLI, D.; COUTO, C. 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, p. 231-242, 2002a.

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

ZANUNCIO, J.C.; LOPES, E.T.; ZANUNCIO, T.V.; RAMALHO, F.S. Temporal variations of Lepidoptera collected in an *Eucalyptus* plantation in the State of Goiás, Brazil. **Netherlands Journal of Zoology**, v. 50, p. 425-443, 2000.

ZANUNCIO, J.C.; MEZZOMO, J.A.; GUEDES, R.N.C.; OLIVEIRA, A.C. Influence of strips of native vegetation on Lepidoptera associated with *Eucalyptus cloeziana* in Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 108, p. 85-90, 1998.

ZANUNCIO, J.C.; OLIVEIRA, H.N.; ZANUNCIO, T.V.; SOSSAI, M.F. Impacto das iscas Mirex-S Max e Blitz no forrageamento de *Atta sexdens rubropilosa* Forel (Hymenoptera: Formicidae). **Naturalia**, v. 24, n. esp., p. 291-293, 1999.

ZANUNCIO, J.C.; SOSSAI, M.F.; OLIVEIRA, H.N.; ZANUNCIO JUNIOR, J.S. Influência das iscas formicidas Mirex-S Max e Blitz na paralisação de corte e no controle de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). **Árvore**, v. 26, n. 2, p. 237-242, 2002b.

Quadro 1 – Denominações, áreas e idades dos plantios do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* nos talhões estudados na região de Monte Dourado, Estado do Pará, Brasil

Área	Projeto Equivalente	Identificação do talhão na empresa	Identificação equivalente para análise	Área do talhão (m ²)	Idade do plantio (meses)
Área 45	Projeto A	Talhão 36	A1	23,6	48
		Talhão 33	A2	24,3	48
		Talhão 34	A3	21,5	48
		Talhão 35	A4	23,8	48
		Talhão 32	A5	25,0	50
Área 06	Projeto B	Talhão 10	B1	23,0	48
		Talhão 16	B2	15,7	48
		Talhão 21	B3	12,3	48
		Talhão 15	B4	27,2	48
		Talhão 13	B5	22,0	48
Área 01	Projeto C	Talhão 10	C1	25,3	58
		Talhão 05	C2	32,1	51
		Talhão 13	C3	17,1	51
		Talhão 16	C4	27,5	51
		Talhão 21	C5	30,4	60
Área 13	Projeto D	Talhão 29	D1	25,5	21
		Talhão 23	D2	32,4	21
		Talhão 39	D3	20,0	21
		Talhão 44	D4	19,1	21
		Talhão 34	D5	36,5	21
Total				484,3	

Quadro 2 – Área dos talhões, número de ninhos totais e por hectare, área de terra solta total (ATS) e por hectare de saúveiros e média de área de terra solta por ninho de *Atta sexdens sexdens* (Hymenoptera: Formicidae) em quatro projetos de áreas reflorestadas com *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* na região de Monte Dourado, Estado do Pará, Brasil

Projeto	Talhão	Área (ha)	Número de Formigueiros		Área de terra solta (m ²)		ATS média / ninhos
			Total	Por hectare	Total	Por hectare	
A	A1	23,6	55	2,33	1.604,98	68,01	29,18
	A2	24,3	18	0,74	309,81	12,75	17,21
	A3	21,5	18	0,84	255,39	11,88	14,19
	A4	23,8	71	2,98	2.403,21	100,98	33,85
	A5	25,0	41	1,64	296,78	11,87	7,24
Total no Projeto A		118,2	203	1,72	4.870,17	41,20	23,99
B	B1	23,0	61	2,65	386,60	16,81	6,34
	B2	15,7	6	0,38	37,74	2,40	6,29
	B3	12,3	29	2,36	158,46	12,88	5,46
	B4	27,2	49	1,80	179,81	6,61	3,67
	B5	22,0	27	1,23	77,05	3,50	2,85
Total no Projeto B		100,2	172	1,72	839,67	8,38	4,88
C	C1	25,3	155	6,13	16,56	0,65	0,11
	C2	32,1	292	9,10	27,03	0,84	0,09
	C3	17,1	119	6,96	140,50	8,22	1,18
	C4	27,5	112	4,07	234,89	8,54	2,10
	C5	30,4	82	2,70	60,21	1,98	0,73
Total no Projeto C		132,4	760	5,74	479,19	3,62	0,63
D	D1	25,5	80	3,14	596,62	23,40	7,46
	D2	32,4	400	12,35	792,29	24,45	1,98
	D3	20,0	545	27,25	530,12	26,51	0,97
	D4	19,1	203	10,63	506,00	26,49	2,49
	D5	36,5	72	1,97	711,98	19,51	9,89
Total no Projeto D		133,5	1.300	9,74	3.137,02	23,50	2,41
Todos os Projetos		484,3	2.435	5,03	9.326,05	19,26	3,83

Quadro 3 – Correlação do número de formigueiros e área de terra solta de *Atta sexdens sexdens* (Hymenoptera: Formicidae) em quatro projetos localizados em áreas reflorestadas com *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* na região de Monte Dourado, Estado do Pará, Brasil

Projetos	Formigueiros	Área de terra solta	Correlação*
A	203	4870,17	0,38
B	172	839,67	0,83*
C	760	479,20	0,76*
D	1300	3137,02	0,67*
Total	2435		

* Correlação significativa (Z-Sperman; $P < 0,01$)

Quadro 4 – Distância da borda, número, porcentagem por faixa e acumulada de ninhos e da área de terra solta de formigueiros de *Atta sexdens sexdens* (Hymenoptera: Formicidae) em 20 talhões de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* em Monte Dourado, estado do Pará, Brasil

Distância da borda (m)	Formigueiros			Área de terra solta		
	Total	%	% Ac	Total	%	% Ac
0 – 10	132	5,42	5,42	244,52	2,62	2,62
10 – 20	145	5,95	11,38	250,74	2,69	5,31
20 – 30	134	5,50	16,88	819,03	8,78	14,09
30 – 40	135	5,54	22,42	769,14	8,25	22,34
40 – 50	116	4,76	27,19	581,77	6,24	28,58
50 – 60	104	4,27	31,46	1670,50	17,91	46,49
60 – 70	115	4,72	36,18	442,86	4,75	51,24
70 – 80	161	6,61	42,79	730,39	7,83	59,07
80 – 90	142	5,83	48,62	420,79	4,51	63,58
90 – 100	128	5,26	53,88	583,36	6,26	69,84
100 – 110	117	4,80	58,69	413,99	4,44	74,28
110 – 120	134	5,50	64,19	643,33	6,90	81,17
120 – 130	84	3,45	67,64	108,29	1,16	82,34
130 – 140	84	3,45	71,09	407,45	4,37	86,70
140 – 150	77	3,16	74,25	106,26	1,14	87,84
150 – 160	74	3,04	77,29	60,33	0,65	88,49
160 – 170	73	3,00	80,29	50,69	0,54	89,03
170 – 180	78	3,20	83,49	76,39	0,82	89,85
180 – 190	64	2,63	86,12	92,28	0,99	90,84
190 – 200	67	2,75	88,87	238,50	2,56	93,40
200 – 210	47	1,93	90,80	298,36	3,20	96,60
210 – 220	46	1,89	92,69	36,57	0,39	96,99
220 – 230	19	0,78	93,47	10,69	0,11	97,11
230 – 240	18	0,74	94,21	9,04	0,10	97,20
240 – 250	13	0,53	94,74	30,30	0,32	97,53
250 – 260	8	0,33	95,07	20,44	0,22	97,75
260 – 270	7	0,29	95,36	9,52	0,10	97,85
270 – 280	13	0,53	95,89	28,08	0,30	98,15
280 – 290	16	0,66	96,55	44,92	0,48	98,63
290 – 300	16	0,66	97,21	20,99	0,23	98,86
300 – 310	12	0,49	97,70	5,09	0,05	98,91
310 – 320	20	0,82	98,52	23,86	0,26	99,17
320 – 330	11	0,45	98,97	11,80	0,13	99,29
330 – 340	10	0,41	99,38	29,65	0,32	99,61
340 – 350	7	0,29	99,67	18,86	0,20	99,81
350 – 360	4	0,16	99,84	7,25	0,08	99,89
360 – 370	3	0,12	99,96	9,91	0,11	100,00
370 – 380	0	0,00	99,96	0,00	0,00	100,00
380 – 390	0	0,00	99,96	0,00	0,00	100,00
390 – 400	1	0,04	100,00	0,12	0,00	100,00

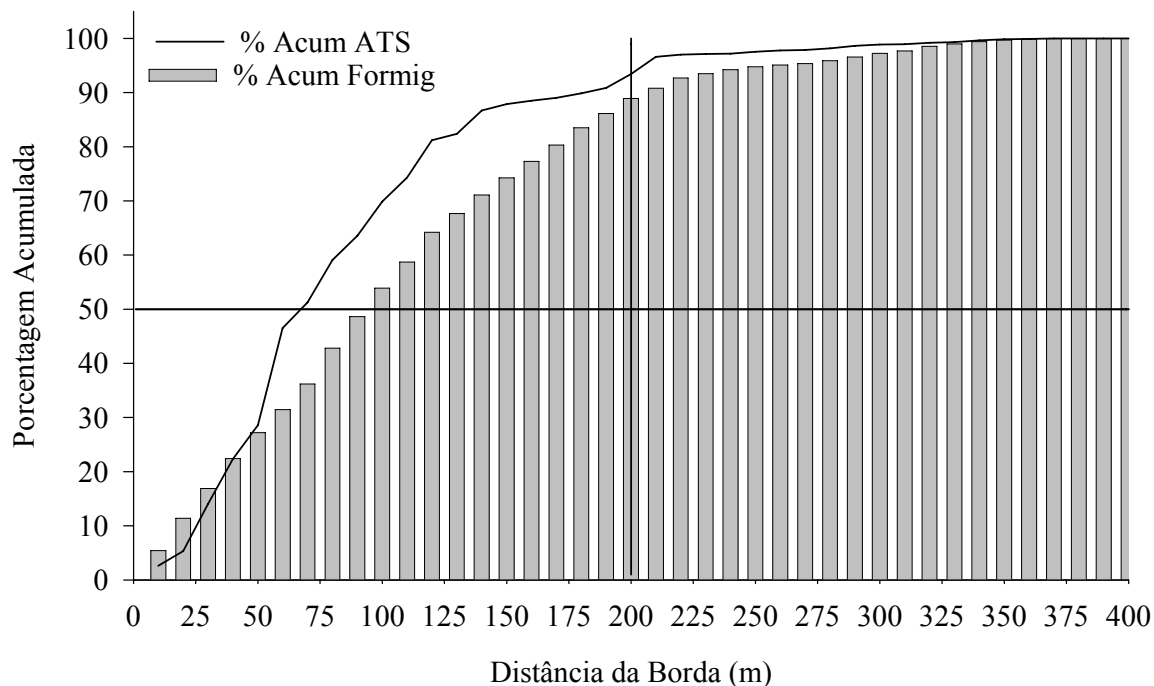


Figura 1 – Porcentagem acumulada do número de formigueiros (% Acum Formig) e da área de terra solta (% Acum ATS) de *Atta sexdens sexdens* (Hymenoptera: Formicidae) de acordo com a distância da borda mais próxima em quatro áreas reflorestadas com *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, na região de Monte Dourado, Estado do Pará, Brasil.

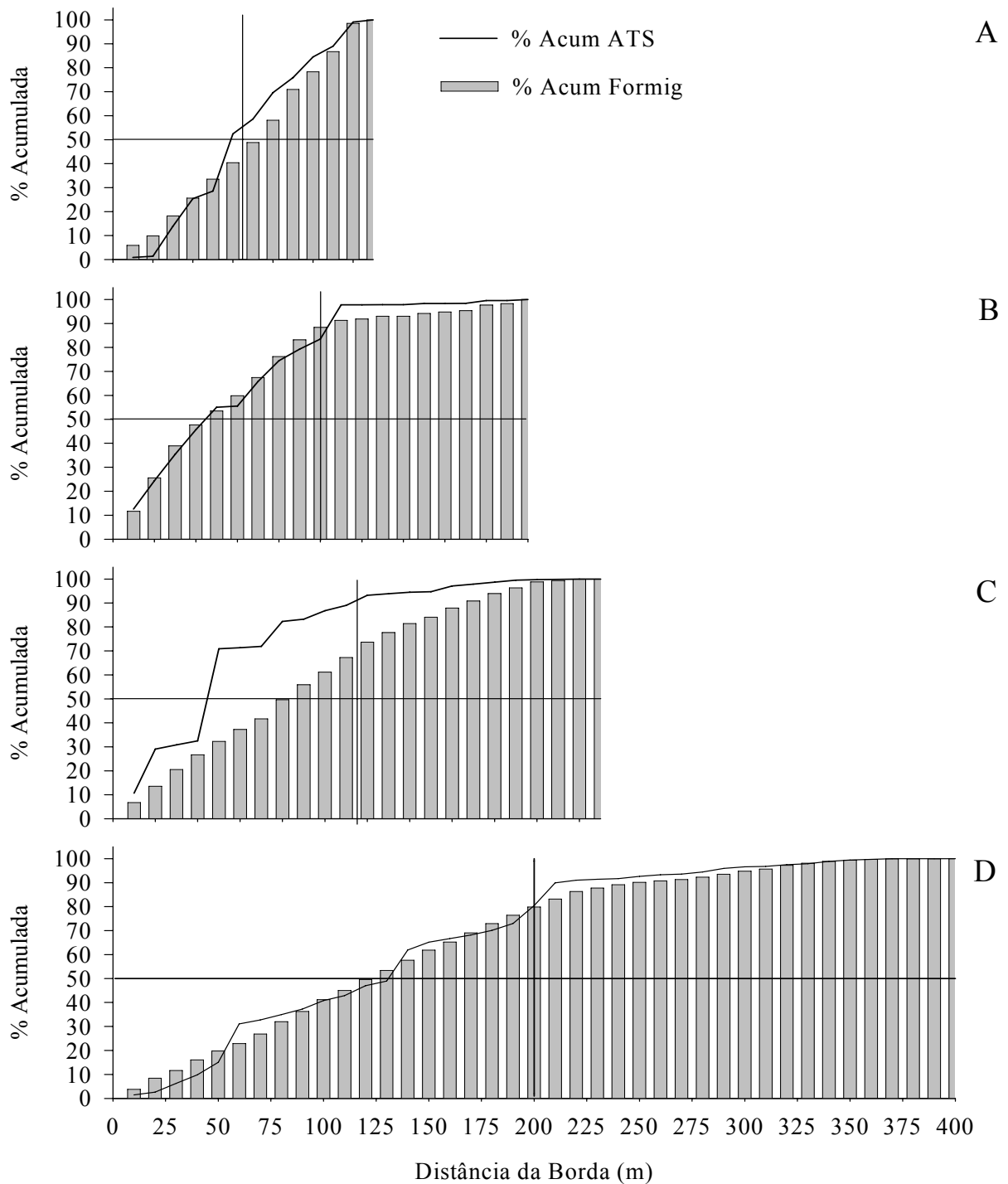


Figura 2 – Porcentagem acumulada do número de formigueiros (% Acum Formig) e da porcentagem de área de terra solta (% Acum ATS) de *Atta sexdens sexdens* (Hymenoptera: Formicidae) de acordo com a distância da borda mais próxima nos projetos A, B, C e D em quatro áreas reflorestadas com *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* na região de Monte Dourado, estado do Pará, Brasil.

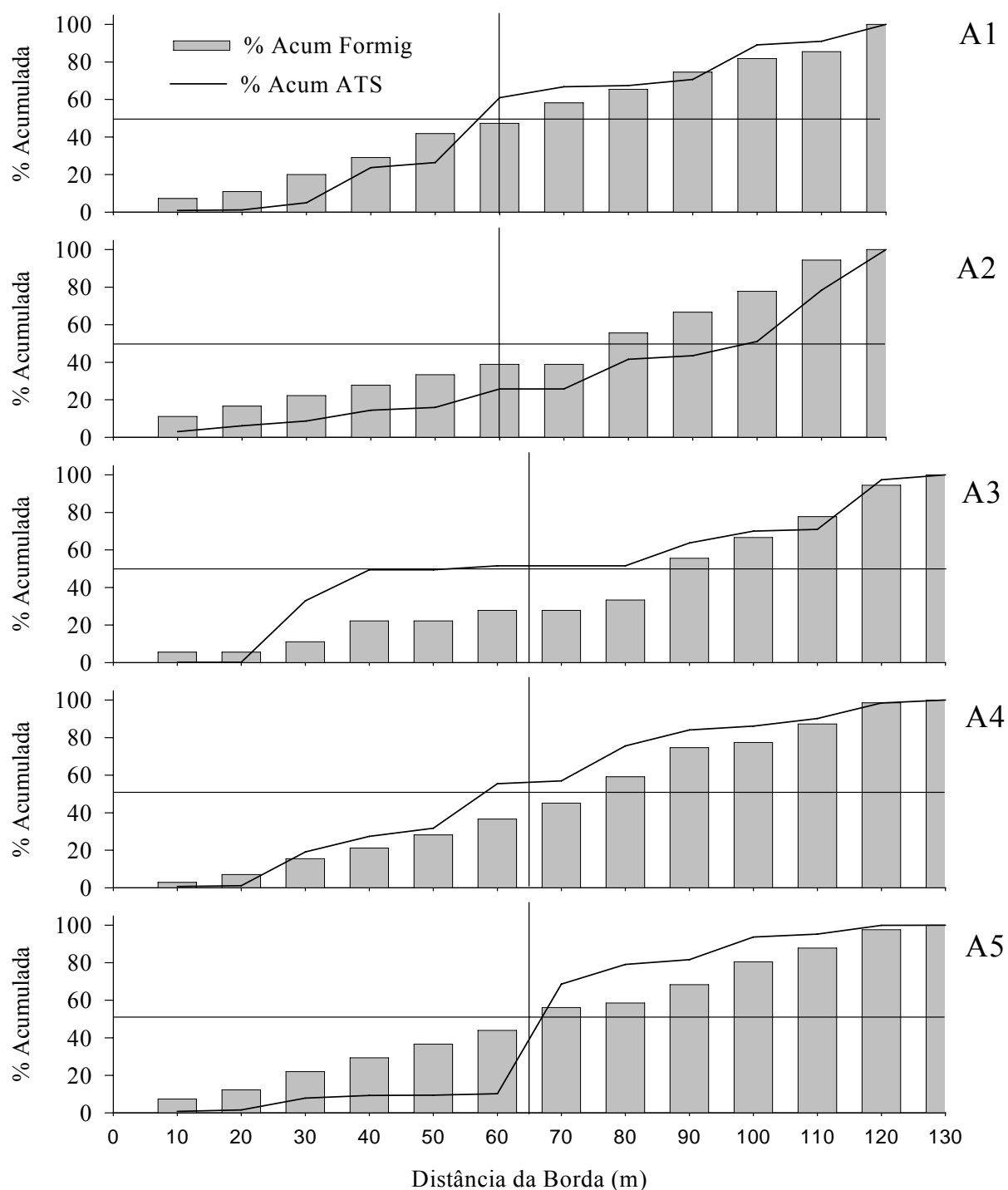


Figura 3 – Porcentagem acumulada do número de formigueiros (% Acum Formig) e da área de terra solta (% Acum ATS) de *Atta sexdens sexdens* (Hymenoptera: Formicidae) em relação à distância da borda do talhão em áreas reflorestadas com *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* nos talhões A1, A2, A3, A4 e A5 do projeto A na região de Monte Dourado, estado do Pará, Brasil.

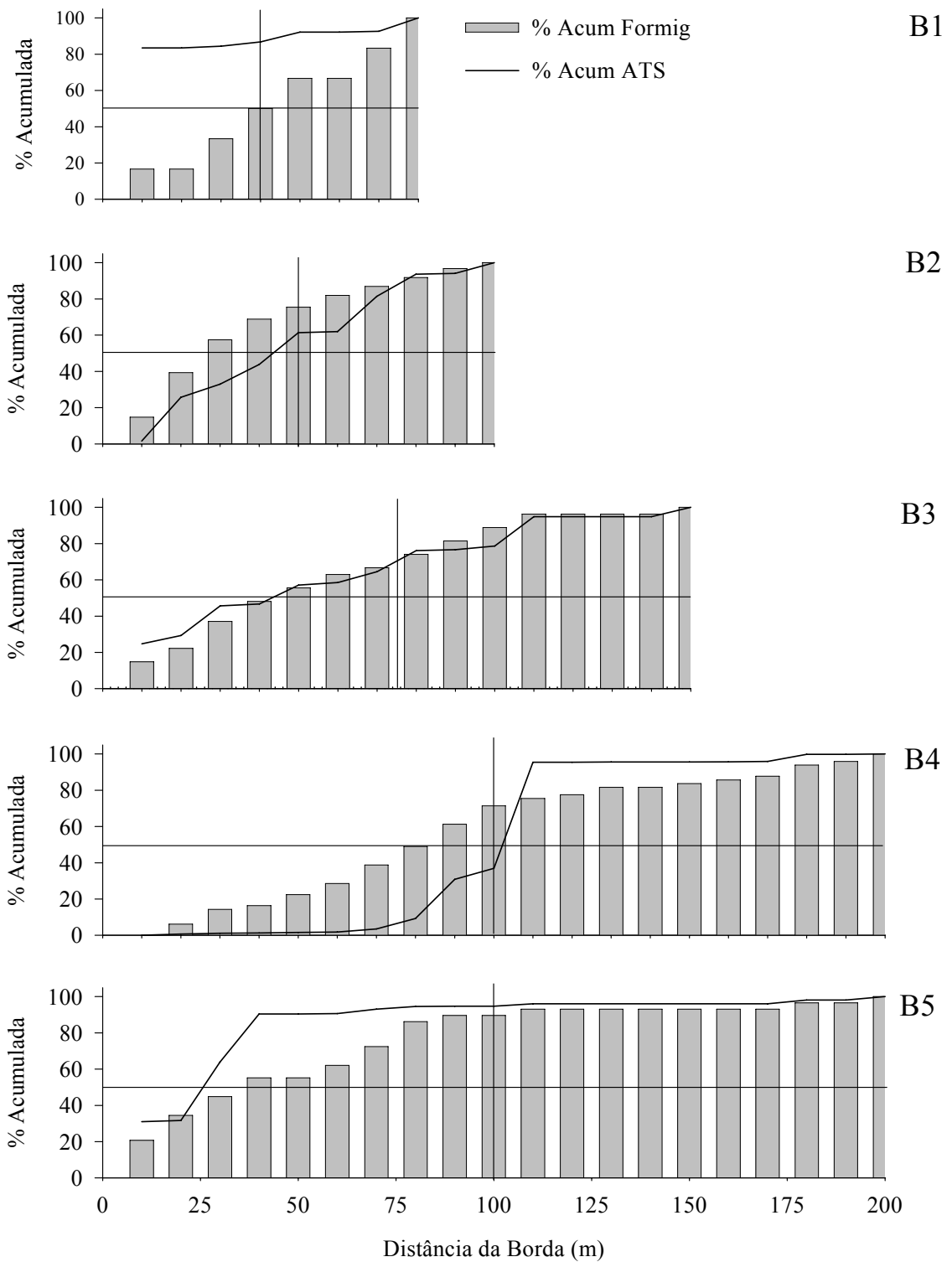


Figura 4 – Porcentagem acumulada do número de formigueiros (% Acum Formig) e da área de terra solta (% Acum ATS) de *Atta sexdens sexdens* (Hymenoptera: Formicidae) em relação à distância da borda do talhão em áreas reflorestadas com *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* nos talhões B1, B2, B3, B4 e B5 do projeto B na região de Monte Dourado, estado do Pará, Brasil.

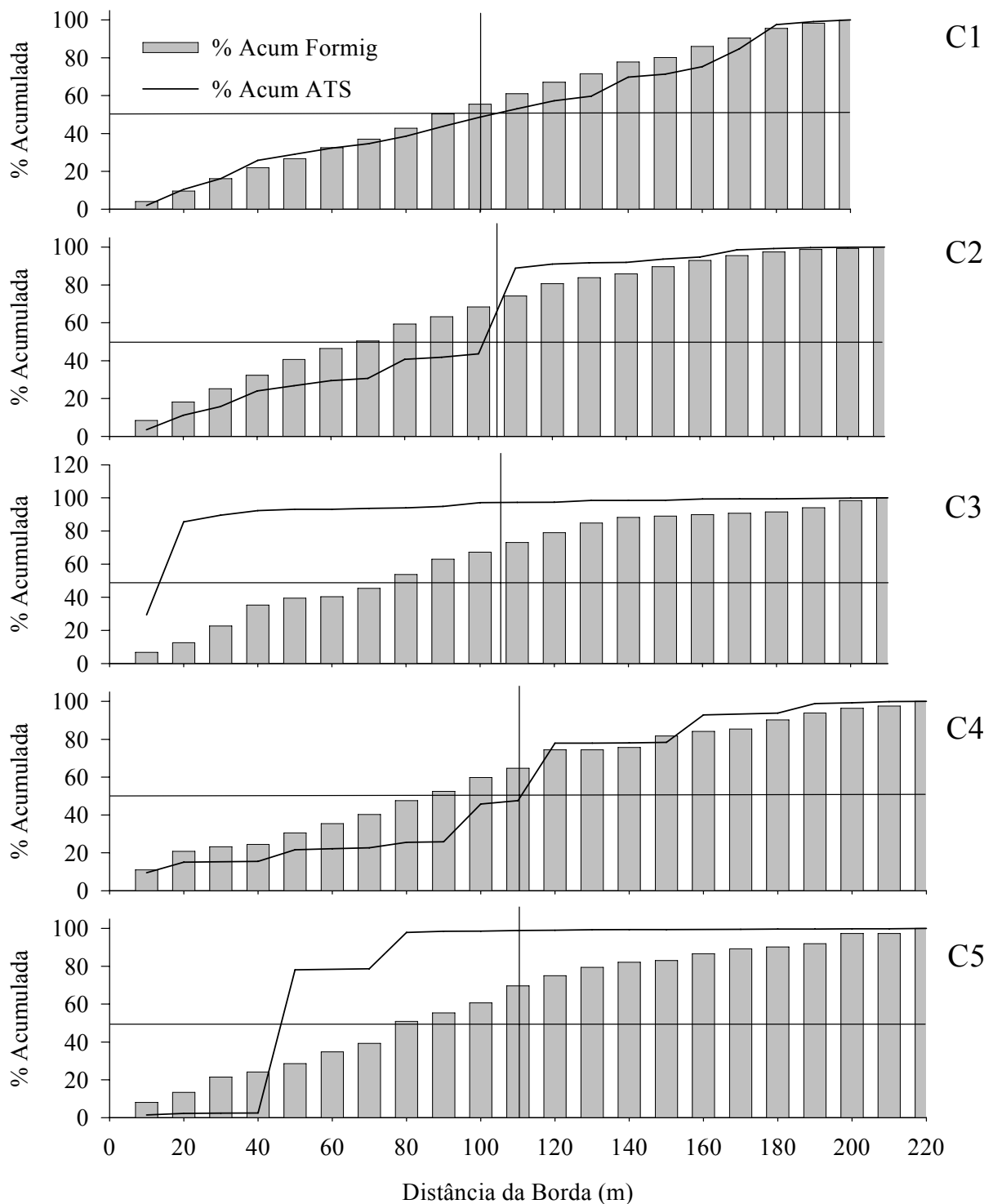


Figura 5 – Porcentagem acumulada do número de formigueiros (% Acum Formig) e da área de terra solta (% Acum ATS) de *Atta sexdens sexdens* (Hymenoptera: Formicidae) em relação à distância da borda do talhão em áreas reflorestadas com *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* nos talhões C1, C2, C3, C4 e C5 do projeto C na região de Monte Dourado, Estado do Pará, Brasil.

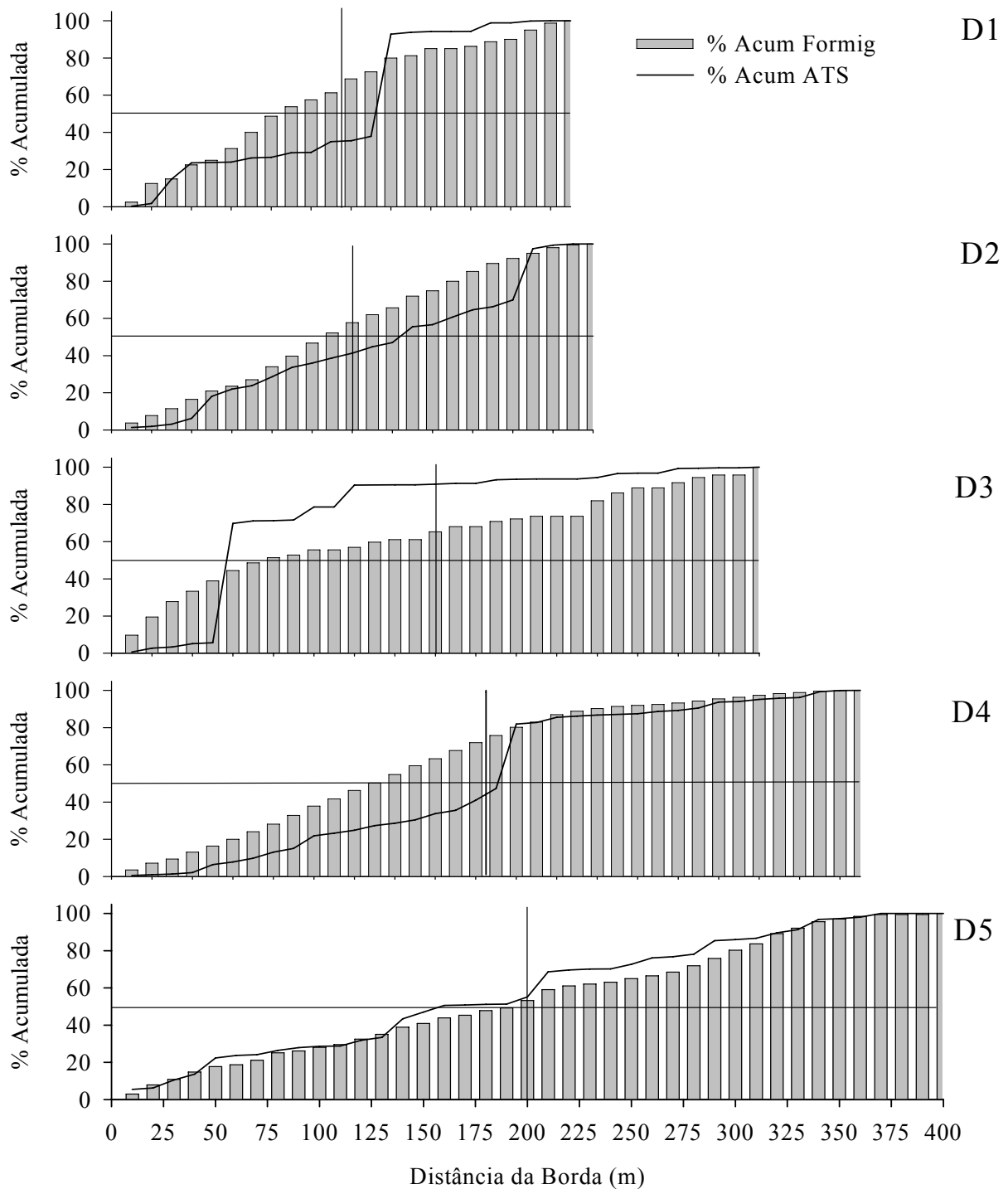


Figura 6 – Porcentagem acumulada do número de formigueiros (% Acum Formig) e da área de terra solta (% Acum ATS) de *Atta sexdens sexdens* (Hymenoptera: Formicidae) em relação à distância da borda do talhão em áreas reflorestadas com *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* nos talhões D1, D2, D3, D4 e D5 do projeto D na região de Monte Dourado, estado do Pará, Brasil.

**DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO E ÁREA DE TERRA SOLTA DE NINHOS DE
FORMIGAS CORTADEIRAS DE ACORDO COM A DISTÂNCIA DA BORDA DE
TALHÕES de *Eucalyptus* spp., EM TRÊS MARIAS, MINAS GERAIS**

RESUMO – O efeito da distância da borda do talhão na distribuição do número e área de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras foi avaliado em 10 talhões de *Eucalyptus* spp. O número de ninhos e da área de terra solta (m²) de formigas cortadeiras por hectare foi obtido em faixas a 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 e acima de 100 m de distância da borda dos talhões, agrupados em centros de classes de 2,5; 7,5; 15,5 e 22,5 m² e a relação entre a distribuição desses ninhos e essas áreas, em cada faixa de distância e centro de classe foram avaliadas com modelos estatísticos. O teste de identidade de modelos foi utilizado para se analisar a possibilidade de um único modelo estatístico (modelo reduzido) ser usado para todas as distâncias da borda. As estimativas obtidas com os modelos gerados foram semelhantes para a distribuição do número de formigueiros por hectare, independente da distância da borda, com médias de quatro a oito ninhos/ha para o centro de classe de 2,5 m² e inferior a um nos demais centros. A relação entre a área de terra solta por hectare e por centro de classe foi, também, semelhante para todas as distâncias avaliadas, com estimativas de oito a 12 m² para as classes de 2,5 e 22,5 m² e de dois a quatro m²/ha para os centros de classe 7,5 e 15,5 m², respectivamente. O valor elevado de área de terra solta por hectare para formigueiros de centro de classe 2,5 m² deve-se ao somatório de diversas áreas de saúvas pequenos, enquanto poucos formigueiros de centro de classe 22,5 m² foram responsáveis pela elevada área de terra solta no mesmo. O teste de identidade de modelos mostrou semelhança entre os parâmetros gerados nas 11 equações ajustadas (referentes a cada distância da borda analisada) para estimar o número de ninhos e área de terra solta por hectare. Isto mostra ser possível utilizar-se o modelo $LnN = -2,321301 + 10,036969 \times 1/C$ para estimar o número de ninhos por hectare e o modelo $A = 33,241669 + 3,060388C - 19,667862 \sqrt{C}$ para a área de terra solta por hectare, para qualquer distância da borda. O número e a área de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras em talhões de eucalipto podem ser estimados por, apenas, uma equação, a partir da amostragem em faixas de 10 m da borda do talhão.

Palavras chaves: monitoramento, saúvas, distância da borda, efeito de borda.

DISTRIBUTION OF THE NUMBER AND AREA OF MOUND SOILS OF NESTS OF LEAF-CUTTING ANTS ACCORDING TO THEIR DISTANCE FROM THE BORDERS OF *Eucalyptus* spp. STANDS IN TRES MARIAS, MINAS GERAIS STATE, BRAZIL

*ABSTRACT - The effect of the distance from the borders of the eucalyptus stands on the distribution and the number and area of mound soils of nests of leaf-cutting ants was evaluated in 10 stands of *Eucalyptus* spp. The number of nests and the area of mound soils (m^2) of nests of leaf-cutting ants per hectare was obtained in strips of 10 m at 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 and above 100 m from the borders of the eucalyptus stands with the center classes of 2.5; 7.5; 15.5 and 22.5 m^2 and the relationship between the distribution of these nests and their areas, at each strip and center class were evaluated with statistical models. A test of identity models was used to analyze the possibility of a single statistical model (reduced model) to be used for all distances from the borders. The estimates obtained with the general models were similar for the distribution of the number of nests of leaf-cutting ants per hectare, independent of their distance from the borders, with four to eight nests/ha for the center class of 2.5 m^2 and lower for the others center classes. The relationship between the area of mound soil per hectare and for each class center was, also, similar for all the distances evaluated with estimates from eight to 12 m^2 for the classes of 2.5 and 22.5 m^2 and from 2.0 to 4.0 m^2 /ha for the class centers of 7.5 and 15.5 m^2 , respectively. The high value of areas of mound soil per hectare for nests of leaf-cutting ants of the center class 2.5 m^2 is due to the sum of several areas of small nests, while few nests of the class center 22.5 m^2 were responsible for its high area of mound soil. The test of identity models showed similarity between the parameters generated with the 11 equations adjusted (regardless of the distance analyzed from the borders) to estimate the number of nests and area of leaf-cutting ants per hectare. This shows the possibility of using a model to estimate the number of nests and another for the area of mound soils per hectare for any distance from the border. The number and the area of mound soils of nests of leaf-cutting ants in eucalyptus stands can be estimated with, only, one equation, with the sampling strips of 10 m starting from the borders of the eucalyptus stands.*

Keywords: monitoring, leaf-cutting ants, distance from the borders, border effect.

1. INTRODUÇÃO

As formigas ocorrem em praticamente todos os ambientes da Terra, com destaque para espécies herbívoras e predadoras. As espécies herbívoras incluem formigas que cortam folhas para serem utilizadas como substrato de fungos dos quais se alimentam. Essas formigas, exclusivas do continente americano, ocorrem em diferentes habitats e pertencem aos gêneros *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns). A ampla distribuição geográfica, a grande capacidade de proliferação (MORAES, 1982) e a ausência de inimigos naturais eficientes podem explicar os danos por esses insetos. Dez saúveiros com cinco anos de idade podem atingir 715 m² de pastagens, consumir 21 kg/dia de folhas e reduzir em cerca de 50% a capacidade da pastagem (GALLO et al., 1988). A falta de combate dessa praga, também, faz com que suas populações se elevem, reduzindo o rendimento de pastagens e aumentando a desfolha de espécies florestais e frutíferas (CASANELLO, 2000).

O manejo de florestas comerciais visando elevar a produtividade e qualidade tem levado à formação de ambientes mais simplificados e aumentando as possibilidades de ocorrência de pragas (LARANJEIRO e LOUSADA, 2000) como formigas cortadeiras. Isto torna necessária a utilização do combate dessa praga durante a reforma de áreas reflorestadas (ZANETTI et al., 2003), onde essa praga é mais importante (ZANUNCIO et al., 2002; ZANETTI et al., 2003).

A biologia, comportamento e técnicas de controle de formigas cortadeiras têm sido estudados para se desenvolver técnicas eficientes e econômicas para a convivência com populações dessa praga e evitar seus danos (DELLA LUCIA, 1993). Isto inclui técnicas de monitoramento para a tomada de decisão e o uso de dados sobre a biologia (taxa de crescimento e dinâmica de colonização), potencial de danos de cada espécie de formiga, espécie de eucalipto plantada, idade do plantio, método de controle mais adequado e práticas silviculturais adotadas para o manejo de formigas cortadeiras em áreas reflorestadas.

O levantamento de campo (amostragem) busca indicar o número, tamanho e a distribuição de ninhos de formigas cortadeiras. A distribuição regular pode ocorrer se os membros de uma população forem tão abundantes que entrem em competição com outros pelo espaço disponível. Talhões cultivados com *Eucalyptus* spp. tendem a apresentar distribuição uniforme de ninhos de formigas cortadeiras em áreas com densidade elevada (NICHOLAS e VILELA, 1996; SOSSAI et al., 2005) e ao acaso quando é baixa (SOSSAI et

al., 2005; CALDEIRA, 2002). Isto mostra que essas informações são essenciais para o desenvolvimento de planos de amostragem de ninhos de formigas cortadeiras (GILES et al., 2000).

A dinâmica de colonização de novas áreas e o crescimento dos ninhos de formigas cortadeiras nos primeiros estágios de infestação podem, também, afetar programas de manejo dessa praga (HERNÁNDEZ et al., 1999). Além disso, características comuns aos plantios florestais comerciais, como o longo ciclo até a colheita e a possibilidade do estabelecimento do sub-bosque permite que as áreas cultivadas adquiram condições para o estabelecimento de diversos organismos. Contudo, a regeneração pode apresentar estreita dependência com a existência de formações florestais vizinhas, como fonte de diásporos (NERI et al., 2005), além de outros fatores como a ecologia da dispersão de cada espécie regenerante, os efeitos de borda e de clareiras, práticas de manejo, vizinhança de pastagens, sentido predominante dos ventos e possíveis efeitos alelopáticos (AUBERT e OLIVEIRA FILHO, 1994).

A formação de sub-bosques, a partir da regeneração natural, em florestas de eucalipto e pinus são citados em diversos trabalhos (NERI et al., 2005) e são mais intensos nas bordas dos talhões de eucalipto, onde, devido às condições provocadas pelo efeito de borda, o crescimento dessa vegetação torna-se mais intenso. Áreas de bordas podem apresentar maior diversidade que o interior de fragmentos, por permitirem o estabelecimento de espécies típicas do interior da floresta e de novas espécies exigentes em luz, favorecidas pela maior luminosidade da borda (WILLIAMS-LINERA, 1990; VIANA e TABANEZ, 1996; TABANEZ et al., 1997; ENGEL et al., 1998). Por outro lado, a ocorrência de espécies pioneiras ou oportunistas no interior de fragmentos florestais ocorre de forma menos intensa que nas bordas e, mesmo assim, essa ocorrência, provavelmente, se vincula ao surgimento de clareiras que, devido ao aumento da intensidade de luz, comum nas bordas dos fragmentos, permitem o estabelecimento destas espécies e a manutenção de suas populações (DENSLOW, 1980; SCHUPP et al., 1989; TABARELLI e MANTOVANI, 1999). A distribuição espacial tem mostrado maior concentração de saúveiros até 130 m da borda de talhões de eucalipto (SOSSAI et al., 2005; ZANUNCIO et al., 2002). Isto indica que a vegetação e o micro-clima de áreas de transição, como nas bordas dos eucaliptais, podem interferir nessa dinâmica de ocupação. Isso ocorre pelo fato de ambientes como os de mata nativa e de borda apresentarem maior heterogeneidade de vegetação e de micro-clima, permitindo maior diversidade e melhor distribuição espacial da fauna de himenópteros (ALTIERI et al., 1993). Espécies de

himenópteros apresentaram número reduzido de famílias com grande número de indivíduos em pontos no interior do eucaliptal, enquanto o interior da mata nativa e sua borda apresentaram maior número de famílias com reduzido número de indivíduos cada uma (FREITAS et al., 2002). Pesquisa realizada em sub-bosque de *Pinus* sp. mostrou que a maior parte das espécies e dos indivíduos estavam localizados em parcelas próximas a margem do fragmento estudado, sendo atribuído esse comportamento ao maior grau de exposição ao vento e a animais dispersores nas bordas do povoamento (LOMBARDI e MOTTA JÚNIOR, 1992)

A influência das plantas sobre populações de insetos herbívoros e seus inimigos naturais está relacionada à diversidade e a concentração de recursos, pois ecossistemas complexos e mais persistentes suportam maior número de espécies (LAWTON e STRONG JR., 1981). Plantas em parcelas diversificadas são menos susceptíveis a ataques de insetos, o que tem sido explicado pela presença de uma fauna complexa de inimigos naturais, pela dificuldade dos herbívoros em localizar suas plantas hospedeiras em ambientes com vegetação complexa e pelo menor tempo de permanência dos mesmos sobre as plantas nesses locais (ROOT, 1973; RAUSHER, 1981).

O objetivo foi avaliar a distribuição de ninhos de formigas cortadeiras a partir da borda de talhões de *Eucalyptus* spp. em Três Marias, estado de Minas Gerais, Brasil.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Dados

Os trabalhos foram realizados em plantios de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) no município de Três Marias, estado de Minas Gerais.

Os levantamentos foram realizados em 10 talhões de *Eucalyptus* spp. indicados para combate após a amostragem efetuada pela equipe de monitoramento de formigueiros da empresa reflorestadora (Quadro 1). Talhões com dimensões regulares foram escolhidos, sendo aqueles com, pelo menos, 200 m de largura e de comprimento. A espécie de formiga cortadeira predominante foi *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae).

O levantamento de ninhos de formigas cortadeiras foi efetuado na área total de cada talhão, contando-se e medindo-se a área de terra solta dos mesmos, por caminhamento em faixas demarcadas por piquetes a cada 10 m, da borda para o interior (Figura 1). Desta forma, os formigueiros foram contados e medidos em faixas localizadas a cada 10 m, até o centro do talhão, a partir de sua borda. O tamanho dos formigueiros foi obtido considerando-se os maiores comprimento e largura de cada um.

Os formigueiros foram agrupados em classes de tamanho, utilizando-se como base os centros de classes de cada uma dessas (Quadro 2).

O termo “densidade de ninhos/formigueiros” foi utilizado para indicar o número de ninhos de formigas cortadeiras por unidade de área (hectare). De forma semelhante, a densidade de área de terra solta significa a área de terra solta por unidade de área (hectare).

2.2. Relação entre tamanho e número de formigueiros

O modelo exponencial $\ln N = \beta_0 + \beta_1 \times 1/C + \varepsilon$ foi ajustado, onde N = número de formigueiros por hectare; C = centro da classe de tamanho de formigueiro; β_i = parâmetros do modelo; e ε = erro aleatório, considerando-se todas as distâncias da borda e, cada uma, individualmente.

2.3. Efeito da distância da borda na densidade de formigueiros

O efeito da distância da borda do talhão no número de formigueiros por hectare foi avaliado com o teste de identidade de modelos, que pode definir a possibilidade de se usar equações comuns para diferentes grupos de estratos ou situações, ou seja, quando uma única equação é capaz de explicar o comportamento em diferentes distâncias da borda.

A forma do modelo considerando cada profundidade, denominado modelo completo (C), foi: $\ln N = \beta_{01}D_1 + \beta_{02}D_2 + \beta_{03}D_3 + \beta_{04}D_4 + \beta_{05}D_5 + \beta_{06}D_6 + \beta_{07}D_7 + \beta_{08}D_8 + \beta_{09}D_9 + \beta_{10}D_{10} + \beta_{11}D_{11} + \beta_{11}D_1 + 1/C + \beta_{12}D_2 + 1/C + \beta_{13}D_3 + 1/C + \beta_{14}D_4 + 1/C + \beta_{15}D_5 + 1/C + \beta_{16}D_6 + 1/C + \beta_{17}D_7 + 1/C + \beta_{18}D_8 + 1/C + \beta_{19}D_9 + 1/C + \beta_{110}D_{10} + 1/C + \beta_{111}D_{11} + 1/C + \varepsilon_i$

Onde: D_i = variável binária, sendo: distância da borda de 10 m: $D_1 = 1$; D_2 a $D_{11} = 0$; distância da borda de 20 m: $D_2 = 1$; D_1 e D_3 a $D_{11} = 0$; distância da borda de 30 m: $D_3 = 1$; D_1 , D_2 e D_4 a $D_{11} = 0$; distância da borda de 40 m: $D_4 = 1$; D_1 a D_3 e D_5 a $D_{11} = 0$; distância da borda de 50 m:

$D_5= 1$; D_1 a D_4 e D_6 a $D_{11}= 0$; distância da borda de 60 m; $D_6= 1$; D_1 a D_5 e D_7 a $D_{11}= 0$; distância da borda de 70 m; $D_7= 1$; D_1 a D_6 e D_8 a $D_{11}= 0$; distância da borda de 80 m; $D_8= 1$; D_1 a D_7 e D_9 a $D_{11}= 0$; distância da borda de 90 m; $D_9= 1$; D_1 a D_8 , D_{10} e $D_{11}= 0$; distância da borda de 100 m; $D_{10}= 1$; D_1 a D_9 e $D_{11}= 0$; distância da borda >100 m; $D_{11}= 1$ e D_1 a $D_{10}= 0$.

Foram estabelecidas as seguintes hipóteses:

$$H_0: \begin{bmatrix} \beta_{01} \\ \beta_{11} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{02} \\ \beta_{12} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{03} \\ \beta_{13} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{04} \\ \beta_{14} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{05} \\ \beta_{15} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{06} \\ \beta_{16} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{07} \\ \beta_{17} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{08} \\ \beta_{18} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{09} \\ \beta_{19} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{010} \\ \beta_{110} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{011} \\ \beta_{111} \end{bmatrix}$$

H_a : não H_0 :

O modelo reduzido (R) $LnN= \beta_0 + \beta_1 \times 1/C + \varepsilon_i$ foi definido com base em H_0 , considerando-se todas as distâncias da borda, ou seja, com, apenas, uma equação para todas as distâncias.

A hipótese H_0 foi testada pela estatística $F(H_0)$, dada por: $F(H_0) = (R(H_0) / (pH - p)) / (SQRes(C) / n - pH)$, que sob normalidade segue distribuição F central com $(pH-p)$ e $(N-pH)$ graus de liberdade, em que: p = número de parâmetros por modelo (incluindo β_0), H = número de profundidades analisadas, n = total de observações, $R(H_0)$ = redução devido a H_0 , sendo $R(H_0) = SQPar(C) - SQPar(R)$, $SQPar(C)$ = soma de quadrados de parâmetros para o modelo completo, sendo:

$$SQPar(C) = \sum_{h=1}^H \hat{\beta}'_h X'_h Y_h$$

$SQPar(R)$ = soma de quadrados de parâmetros do modelo reduzido, sendo $SQPar(R) =$

$$SQRegressão + \frac{\left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)^2}{n}$$

$SQRes(C)$ = soma de quadrados do resíduo do modelo completo, sendo $SQRes(C) =$

$$Y'Y - \hat{\beta}'_h X'_h Y_h$$

2.4. Relação entre tamanho e área de formigueiros

De forma semelhante à realizada para a análise do número de ninhos de formigas cortadeiras, as áreas de terra solta foram agrupadas em classes de tamanho, utilizando-se como base de cálculo os centros de classes de cada uma delas.

A distribuição da área de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras, de acordo com a distância da borda do talhão, foi estudada ajustando-se o modelo $A = \beta_0 + \beta_1 C + \beta_2 \sqrt{C} + \varepsilon$, onde A = área de terra solta formigueiro (m^2/ha); C = centro da classe de tamanho de formigueiro, em m^2 ; β_i = parâmetros do modelo; e ε = erro aleatório. Este modelo foi ajustado considerando-se todas as distâncias da borda e, cada uma, separadamente, ou seja, para cada 10 m, até o centro do talhão.

2.5. Efeito da distância da borda na densidade de área de terra solta de formigueiros

A forma do modelo considerando cada distância da borda, denominado modelo completo (C), é: $A = \beta_{01}D_1 + \beta_{02}D_2 + \beta_{03}D_3 + \beta_{04}D_4 + \beta_{05}D_5 + \beta_{06}D_6 + \beta_{07}D_7 + \beta_{08}D_8 + \beta_{09}D_9 + \beta_{10}D_{10} + \beta_{11}D_{11} + \beta_{11}D_1C + \beta_{12}D_2C + \beta_{13}D_3C + \beta_{14}D_4C + \beta_{15}D_5C + \beta_{16}D_6C + \beta_{17}D_7C + \beta_{18}D_8C + \beta_{19}D_9C + \beta_{110}D_{10}C + \beta_{111}D_{11}C + \beta_{21}D_1C\sqrt{C} + \beta_{22}D_2C\sqrt{C} + \beta_{23}D_3C\sqrt{C} + \beta_{24}D_4C\sqrt{C} + \beta_{25}D_5C\sqrt{C} + \beta_{26}D_6C\sqrt{C} + \beta_{27}D_7C\sqrt{C} + \beta_{28}D_8C\sqrt{C} + \beta_{29}D_9C\sqrt{C} + \beta_{210}D_{10}C\sqrt{C} + \beta_{211}D_{11}C\sqrt{C} + \varepsilon_i$.

As denominações das variáveis binárias deste modelo são aquelas utilizadas para avaliar o efeito da distância da borda no número de ninhos de formigas cortadeiras por hectare.

Foram estabelecidas as seguintes hipóteses:

$$H_0: \begin{bmatrix} \beta_{01} \\ \beta_{11} \\ \beta_{21} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{02} \\ \beta_{12} \\ \beta_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{03} \\ \beta_{13} \\ \beta_{23} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{04} \\ \beta_{14} \\ \beta_{24} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{05} \\ \beta_{15} \\ \beta_{25} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{06} \\ \beta_{16} \\ \beta_{26} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{07} \\ \beta_{17} \\ \beta_{27} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{08} \\ \beta_{18} \\ \beta_{28} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{09} \\ \beta_{19} \\ \beta_{29} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{010} \\ \beta_{110} \\ \beta_{210} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{011} \\ \beta_{111} \\ \beta_{211} \end{bmatrix}$$

H_a : não H_0 :

De forma semelhante ao realizado para o número de formigueiros por hectare, com base em H_0 definiu-se o modelo reduzido (R) considerando-se todas as distâncias da borda, ou seja, o emprego de uma equação única para todas as distâncias.

As considerações sobre o teste estatístico e a forma como a hipótese H_0 foi testada são as mesmas daquelas para o ajuste do modelo visando verificar-se o efeito da distância da borda do talhão no número de formigueiros por hectare.

3. RESULTADOS

3.1. Análise do Número de Formigueiros

3.1.1. Ajustes dos modelos

O modelo $LnN = \beta_0 + \beta_1 \times 1/C + \varepsilon_i$ foi ajustado aos dados sobre o número de ninhos de formigas cortadeiras por hectare, para todas as distâncias da borda (Figura 2) e para cada distância da mesma, individualmente (Figuras 3 e 4). A equação ajustada para cada situação (distância da borda) permitiu a obtenção dos valores dos parâmetros, a significância do teste t e o coeficiente de determinação (Quadro 3). A relação entre o número de ninhos de formigas cortadeiras observado e estimado por hectare para cada situação foi apresentada e as análises realizadas e as informações geradas mostraram que o modelo se ajustou bem aos dados (Figuras 5 e 6 e Quadro 3).

3.1.2. Efeito da distância da borda do talhão na densidade de formigueiros

O modelo reduzido foi ajustado utilizando-se o número total de formigueiros por hectare (Figura 5), enquanto esse número foi utilizado, de acordo com cada distância da borda, para o ajuste do modelo completo (Figura 6).

O ajuste dos modelos completo e reduzido gerou o quadro da análise de variância (Quadro 4), cujas informações tornaram possível testar-se a hipótese H_0 empregando-se o teste F.

O $F(H_0)$ menor que $F_{5\%}$ tabelado mostrou que não se deve rejeitar a H_0 e permite concluir que os valores de β_i são semelhantes. Assim, a equação com as estimativas comuns,

dada por $\ln N = -2,321301 + 10,036969 \times 1/C$, pode ser utilizada em substituição às 11 equações geradas para cada distância da borda.

O ajuste do modelo completo mostrou que a densidade estimada de ninhos de formigas cortadeiras varia de quatro a oito para o centro de classe $2,5 \text{ m}^2$ e tem valores abaixo de um para os demais centros (Figura 6). De forma semelhante, o modelo reduzido da equação estimou entre quatro e cinco ninhos/ha para a menor classe de tamanho e abaixo de um para as demais (Figura 5).

3.2. Análise da área de terra solta

3.2.1. Ajustes dos modelos

O modelo $A = \beta_0 + \beta_1 C + \beta_2 \sqrt{C} + \varepsilon$, foi ajustado aos dados da área de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras por hectare, para todas as distâncias da borda (Figura 7) e para cada uma, individualmente (Figuras 8 e 9). O ajuste da equação, para cada distância da borda, permitiu obter os valores dos parâmetros, a significância do teste t e o coeficiente de determinação (Quadro 5). As informações geradas e a relação entre a área de terra solta de formigueiros por hectare, mostraram que o modelo apresentou bom ajuste aos dados (Figuras 10 e 11 e Quadro 5).

3.2.2. Efeito da distância da borda do talhão na área de terra solta por hectare

A área total de terra solta por hectare foi utilizada para ajustar o modelo reduzido (Figura 10), enquanto a área de terra solta por hectare para cada distância de borda foi usada para ajustar o modelo completo (Figura 11).

O ajuste dos modelos completo e reduzido foi utilizado para gerar o quadro da análise de variância (Quadro 6) para testar a hipótese H_0 com o teste F.

O $F(H_0)$ menor que $F_{5\%}$ tabelado mostrou que se deve rejeitar a hipótese H_0 e que os valores de β_i são semelhantes. Assim, a equação obtida com as estimativas comuns, dada por $A = 33,241669 + 3,060388C - 19,667862 \sqrt{C}$ pode ser utilizada como estimativas das 11 equações envolvidas.

O ajuste do modelo completo mostrou que a área estimada de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras por hectare dos centros de classes 2,5 e 22,5 m² varia de oito a 12 m² e de dois a 4 m²/ha para os centros de classes medianos (7,5 e 15,5 m²) (Figura 11). Por outro lado, o modelo reduzido estimou densidade de, aproximadamente, 10, nove, 2,5 e 4 m²/ha, respectivamente, para esses centros de classes (Figura 10).

4. DISCUSSÃO

A análise de identidade de modelos mostrou não haver efeito da distância da borda na distribuição de ninhos e da área de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras por hectare, de acordo com seus centros de classes para a região de Três Marias, Minas Gerais, ou seja, as densidades de ninhos e de área de terra solta por distância são semelhantes, independente da classe de tamanho e da distância da borda.

Diversos métodos estatísticos são utilizados na ciência florestal como forma de explicar determinados comportamentos verificados nesses ambientes. Contudo, um problema freqüente na área florestal consiste na verificação da hipótese de que as populações de determinada essência florestal pode ser descrita ou estudada por uma equação comum, sendo necessário a comparação dos coeficientes ou constantes de regressão para verificar essa possibilidade (LEITE, 2005). Esse mesmo autor informa que, embora o teste de identidade de modelos seja utilizado a cerca de 30 anos em ciência florestal, somente recentemente passou a ser utilizado na avaliação de caráter biológico.

As equações ajustadas para estimar a densidade de ninhos de formigas cortadeiras, considerando cada distância da borda, apresentaram estimativas de quatro a oito ninhos/ha para o centro de classe 2,5 m² e, abaixo de um para os demais. Por outro lado, as densidades observadas e estimadas de área de terra solta mostram que, embora o número de formigueiros de maior classe de tamanho registrados tenha sido menor, os mesmos apresentaram área de terra solta semelhante aquela de ninhos de menor centro de classe. Isto indica que a densidade observada e estimada de terra solta no menor centro de classe equivale à somatória das áreas de quatro a oito formigueiros, com densidade de ninhos inferior a um ninho/ha, para formigueiros do maior centro de classe (22,5 m²) (Figuras 4 e 9).

A presença de formigueiros do menor centro de classe (2,5m²), com outros de maiores áreas pode ser explicada pela idade dos plantios de eucalipto. Áreas plantadas com

essa essência são mais, intensamente, combatidas no primeiro ano, pois devido à fragilidade das mudas dessa essencial florestal nesse período, os danos causados por formigas cortadeiras podem ser irreversíveis (ANJOS et al., 1993). Por outro lado, após o primeiro ano de estabelecimento da floresta, a intensidade de combate é reduzida e, por isso, a densidade de ninhos de tamanho inferior a um m² tende a aumentar, assim como para as demais classes de tamanhos, voltando a reduzir-se novamente após o terceiro ano, quando, devido ao menor controle exercido, os formigueiros pequenos crescem, passando para classes de tamanho superiores (ZANETTI et al., 2000).

A não verificação do efeito de borda na distribuição de ninhos e de área de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras por hectare é importante, pois, ambientes de transição como os de borda podem apresentar características que tornam essas áreas preferencialmente habitadas por determinados organismos. Além disso, estudos sobre a distribuição espacial de ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae) e de *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae) tem mostrado que os mesmos apresentam maior concentração em distâncias de até 100 m da borda (ZANUNCIO et al., 2002) e 50% dos formigueiros dessas pragas foram encontradas em até 130 m da borda dos talhões (SOSSAI et al., 2005), mostrando que parece existir preferência dessas pragas por se estabelecerem em áreas de até 100 m da borda dos talhões.

Ambientes como aqueles do interior de eucaliptais são mais pobres em recursos importantes como néctar, pólen e abrigo, o que pode reduzir as chances de sobrevivência e de reprodução de determinados organismos nesses ecossistemas (TAHVANAINEN e ROOT, 1972). Somado a isso, a presença de vegetação nativa próximas a plantios de eucalipto pode, devido a maior oferta de alimento, melhorar a distribuição de himenópteros inimigos naturais e, com isso, reduzir as populações de lepidópteros pragas nesses plantios (BRAGANÇA et al., 1998a; BRAGANÇA et al., 1998b; ZANUNCIO et al., 1998). Por outro lado, estudos realizados com rainhas de formigas cortadeiras mostraram que as mesmas foram mais predadas em regiões de borda de eucaliptais que no interior de fragmentos florestais e nas áreas de controle (interior de talhões de eucaliptos) (DARRAULT et al., 2003). Isto mostra que as características que tornam um ambiente favorável a uma determinada espécie, como de himenópteros inimigos naturais, pode ser prejudicial a outras, como as formigas cortadeiras.

A maior concentração de ninhos de formigas cortadeiras em áreas próximas as bordas, deve estar relacionada ao comportamento dessa espécie e não às características que tornam as

regiões de borda diferenciadas das outras, como, por exemplo, a maior diversidade florística e as condições climáticas. *A. sexdens rubropilosa* prefere iniciar seus ninhos em áreas com menor intensidade luminosa enquanto *A. laevigata* funda suas colônias, preferencialmente, em locais com alta incidência solar (ZANUNCIO et al., 2004). Por outro lado, a presença de formigueiros em faixas mais distantes da borda se justifica, uma vez que a preferência para o estabelecimento de saúveiros próximos às bordas não limitar a ocupação aleatória da área, ou seja, as fêmeas também pousam em locais providos de densa vegetação, como no interior de talhões, onde estabeleceriam seus ninhos.

4. CONCLUSÕES

Não existe efeito da distância da borda do talhão na distribuição de ninhos de formigas cortadeiras e de suas áreas de terra solta por hectare em área cultivadas com *Eucalyptus* spp. em Três Marias, estado de Minas Gerais.

É possível propor a utilização de modelos reduzidos ajustados para, a partir de dados do número de ninhos e da área de terra solta por hectare amostrados na faixa dos primeiros 10 m da borda do talhão, estimar o censo desses parâmetros em toda a área.

Áreas bem manejadas e com sistemas de monitoramento ajustado às características locais podem ser monitorados pelas bordas dos talhões, pois a relação observada na faixa de 10 m da borda dos talhões de eucalipto foi semelhante às demais.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI, M.A.; CURE, J.R.; GARCIA, M.A. The role and enhancement of parasitic Hymenoptera biodiversity in agroecosystems. In: LaSALLE, J.; GAULD, I.D. (Ed.) **Hymenoptera and biodiversity**. London: CAB International, 1993. p. 257-275.

ANJOS, N., MOREIRA, D.D., DELLA LUCIA, T.M.C. Manejo Integrado de Formigas Cortadeiras em Reflorestamentos. p.212-241, 1993. In: DELLA LUCIA, T.M.C. (Ed). **As Formigas Cortadeiras**. Viçosa, 1993, 262p.

AUBERT, E.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Análise multivariada da estrutura fitossociológica do sub-bosque de plantios experimentais de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. em Lavras, MG. **Árvore**, v. 18, n. 3, p. 194-214, 1994.

BRAGANÇA, M.A.L.; SOUZA, O.; ZANUNCIO, J.C. Environmental heterogeneity as a strategy for pest management in *Eucalyptus* plantations. **Forest Ecology and Management**, v.102, n.1, p. 9-12, 1998a.

BRAGANÇA, M.A.L.; ZANUNCIO, J.C.; PICANÇO, M.; LARANJEIRO, A.J. Effects of environmental heterogeneity on Lepidoptera and Hymenoptera populations in *Eucalyptus* plantations in Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 103, n. 2-3, p. 287-292, 1998b.

CALDEIRA, M.A. **Plano de amostragem de saúveiros em eucaliptais**. Dissertação (Mestrado em Entomologia) Lavras: UFLA, 39p. 2002.

CASANELLO, A.M.L. Nuevas tecnicas de manejo y control e hormigas cortadoras em la zona central del Paraguay. **Revista de Ciencia y Tecnologia**, v. 1, n. 2, p. 20-28, 2000.

DARRAULT, O. WIRTH, R., LEAL, I.R. Efeito da fragmentação sobre o controle top-down de rainhas das formigas cortadeiras *Atta sexdens*. 6º Congresso de Ecologia do Brasil, 2003.

DELLA LUCIA, T.M.C. **As Formigas Cortadeiras**. Viçosa: UFV, 1993, 262p.

DENSLOW, J. S. Gap partitioning among tropical rainforest trees. **Biotropica**, v. 12, (Suppl.), p. 47-55, 1980.

ENGEL, V.L.; FONSECA, R.C.B.; Oliveira, R. E. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 43-64, 1998.

FREITAS, F.A.; ZANUNCIO, T.V.; ZANUNCIO, J.C.; BRAGANÇA, M.A.L.; PEREIRA, J.M.M. Similaridade e abundância de Hymenoptera inimigos naturais em plantio de eucalipto e em área de vegetação nativa. **Floresta e Ambiente**, v. 9, n. 1, p. 145-152, 2002.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S. **Manual de Entomología Agrícola**. São Paulo. Editora Agronômica CERES. 1988. 649p.

GILES, K.L.; ROYER, T.A.; ELLIOTT, N.C.; KINDLER, S.D. Development and validation of a binomial sequential sampling plan for the greenbug (Homoptera: Aphididae) infesting winter wheat in the southern plan. **Journal of Economic Entomology**, v. 93, p.1522-1530, 2000.

HERNÁNDEZ, J.V.; RAMOS, C.; BORJAS, M.; JAFFÉ, K. Growth of *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) nests in pine plantations. **Florida Entomologist**, v. 82, n. 1, p. 97-103, 1999.

LARANJEIRO, A.J.; LOUSADA, R.M. Manejo de formigas cortadeiras em florestas. **Série Técnica IPEF**, v. 13, n. 33, p. 115-124, 2000.

LAWTON, J.H.; STRONG JR., D.R. Community patterns and competition in folivorous insects. **American Naturalist**, Chicago, v. 118, n. 1, p. 317-338, 1981.

LEITE, H.G. **Testes de identidade de modelos lineares e não-lineares**. Notas de aulas. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal. 2005.

LOMBARDI, J.A.; MOTTA JÚNIOR, J.C. Levantamento do subbosque de um reflorestamento monoespecífico de *Pinus elliottii* em relação às síndromes de dispersão. **Turrialba**, v. 42, n. 4, p. 438-442, 1992.

MORAES, T.S.A. Controle de formigas cortadeiras na Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara, **Silvicultura**, v. 7, n. 25, p. 35-38, 1982.

NERI, A.V.; CAMPOS, E.P.; DUARTE, T.G.; MEIRA NETO, J.A.A. SILVA, A.F. VALENTE, G.V. Regeneração de espécies nativas lenhosas sob plantio de *Eucalyptus* em área de Cerrado na Floresta Nacional de Paraopeba, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v. 19, n. 2, p. 369-376, 2005.

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**, v. 24, p. 389-400, 1996.

- RAUSHER, M.D. The effect of native vegetation on the susceptibility of *Aristolochia reticulata* (Aristolochiaceae) to herbivore attack. **Ecology**, v. 62, n. 5, p. 1187-1195, 1981.
- ROOT, R.B. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: The fauna of collards (*Brassica oleracea*). **Ecology**, v. 43, n. 1, p. 95-124, 1973.
- SCHUPP, E.W.; HOWE, H.F.; AUGSPURGER, C.K.; LEVEY, D.J. Arrival and survival in tropical treefall gaps. **Ecology**, v. 70, n. 3, p. 562-564, 1989.
- SOSSAI, M.F.; ZANUNCIO, J.C.; LEITE, H.G.; ZANETTI, R.; SERRÃO, J.E. Transects to estimate the number of leaf cutting ant nests in *Eucalyptus urophylla* plantations (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, v. 46, n. 3, p. 58-65, 2005.
- TABANEZ, A.A.J.; VIANA, V.M.; DIAS, A.S. Conseqüências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 57, n. 1, p. 47-60, 1997.
- TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. Clareiras naturais e a riqueza de espécies pioneiras em uma floresta Atlântica montana. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 251-261, 1999.
- TAHVANAINEN, J.O.; ROOT, R.B. The influence of vegetation diversity on the population ecology of a specialized herbivore, *Phyllotreta cruciferae* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Oecologia**, v. 10, n. 1, p. 321-346, 1972.
- VIANA, V.M.; TABANEZ, A.A.J. Biology and conservation of forest fragments in the Brazilian Atlantic Moist Forest. p. 151-167, 1996. In: J. Schelhas e R. Greenberg (Eds.). **Forest patches in tropical landscapes**. Island Press, Washington.
- WILLIAMS-LINERA, G. Origin and early development of forest edge vegetation in Panama. **Biotropica**, v.22, n.3, p.235-241, 1990.
- 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 saúveiros em eucaliptais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 10, p. 1911-1918, 2000.

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J.C.; MAYHÉ-NUNES, A.J.; MEDEIROS, A.G.B.; SOUZA-SILVA, A. Combate sistemático de formigas cortadeiras com iscas granuladas em eucaliptais com cultivo mínimo. **Árvore**, v. 27, n. 3, p. 387-392, 2003.

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

ZANUNCIO, J.C.; LOPES, E.T.; ZANETTI, R.; PRATISSOLI, D.; COUTO, C. 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, p. 231-242, 2002.

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

Quadro 1 – Áreas dos talhões de eucalipto avaliados na região de Três Marias, Estado de Minas Gerais, Brasil

Talhão	Área (ha)
8	37,30
10	5,70
11	43,70
15	38,40
16	18,70
18	47,40
21	15,30
20/22	57,10
26	15,00
27	27,80
Total	306,40

Quadro 2 – Classes de tamanhos dos formigueiros e respectivos centros de classe utilizados para análise do número e da área de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras em Três Marias, Minas Gerais, Brasil

Classe de tamanho (m ²)	Centro da classe (m ²)
0 – 5	2,5
5 – 10	7,5
11 – 20	15,5
> 20	22,5

Quadro 3 – Parâmetros (β_0 e β_1) e coeficiente de determinação (\bar{R}^2) obtidos a partir do ajuste do modelo $LnN = \beta_0 + \beta_1 \times 1/C + \varepsilon_i$ para todas as distâncias da borda dos talhões (modelo reduzido) e para cada uma separadamente (a cada 10 metros até o centro do talhão), em plantios de *Eucalyptus* spp., em Três Marias, estado de Minas Gerais, Brasil

Distância da Borda (m)	β_0	β_1	\bar{R}^2
Todas as Distâncias	-2,321301 **	10,036969 **	0,77
10	-2,352629 **	9,938690 **	0,77
20	-2,333921 **	9,899701 **	0,76
30	-2,398047 **	10,038824 **	0,76
40	-2,388899 **	10,115724 **	0,77
50	-2,418235 **	10,353726 **	0,79
60	-2,456021 **	10,347069 **	0,80
70	-2,400751 **	9,825407 **	0,75
80	-2,250527 **	9,946319 **	0,78
90	-2,115916 **	9,666535 **	0,76
100	-2,251756 **	10,102124 **	0,76
> 100	-2,044303 **	9,986570 **	0,76

** significativo a 1% de probabilidade

Quadro 4 – Análise de variância para testar a hipótese de igualdade dos modelos de regressão, considerando-se o número de formigueiros por hectare. Três Marias, Minas Gerais, Brasil

Fonte de variação	G.L	S.Q.	Q.M	F
Parâmetros (C)	(22)	921,525		
Parâmetros (R)	2	917,074		
Redução (H ₀)	20	4,451	0,2225	0,334 ns
Resíduo	344	228,765	0,6650	
Total	366	1150,290		

F_{tab} 1% = 1,93, F_{tab} 5% = 1,60

Quadro 5 – Parâmetros (β_0 , β_1 e β_2) e coeficiente de determinação (\bar{R}^2) obtidos a partir do ajuste do modelo $A = \beta_0 + \beta_1 C + \beta_2 \sqrt{C} + \varepsilon_i$ para todas as distâncias da borda dos talhões (modelo reduzido) e para cada uma (a cada 10 metros, até o centro do talhão), em plantios de *Eucalyptus* spp. em Três Marias, Minas Gerais, Brasil

Distâncias da Borda (m)	β_0	β_1	β_2	\bar{R}^2
Todas as Distâncias	33,241669**	3,060388**	-19,667862**	0,36
10	27,232454**	2,478662**	-15,835919**	0,30
20	28,516228**	2,642799**	-16,805237**	0,32
30	30,924250**	2,944898**	-18,595510**	0,33
40	32,889188**	3,169685**	-19,950398**	0,33
50	32,899759**	3,011745**	-19,357685**	0,32
60	34,816592**	3,248744**	-20,932843**	0,36
70	30,711877**	2,931899**	-18,566473**	0,31
80	34,466275**	3,220017**	-20,585172**	0,33
90	37,957098**	3,653945**	-23,071755**	0,32
100	34,712512**	2,911214**	-19,578194**	0,37
> 100	42,275785**	3,556183**	-23,916375**	0,36

** significativo a 1% de probabilidade

Quadro 6 – Análise de variância para testar a hipótese de igualdade dos modelos de regressão, considerando a área de terra solta (m²). Três Marias, estado de Minas Gerais, Brasil

Fonte de variação	G.L	S.Q.	Q.M	F
Parâmetros (C)	(33)	16260,08		
Parâmetros (R)	3	16018,56		
Redução (H ₀)	30	241,53	8,050899	0,38 ^{ns}
Resíduo	293	6170,85	21,060914	
Total	326	22430,93		

F_{tab} 1% = 1,50; F_{tab} 5% = 1,76.

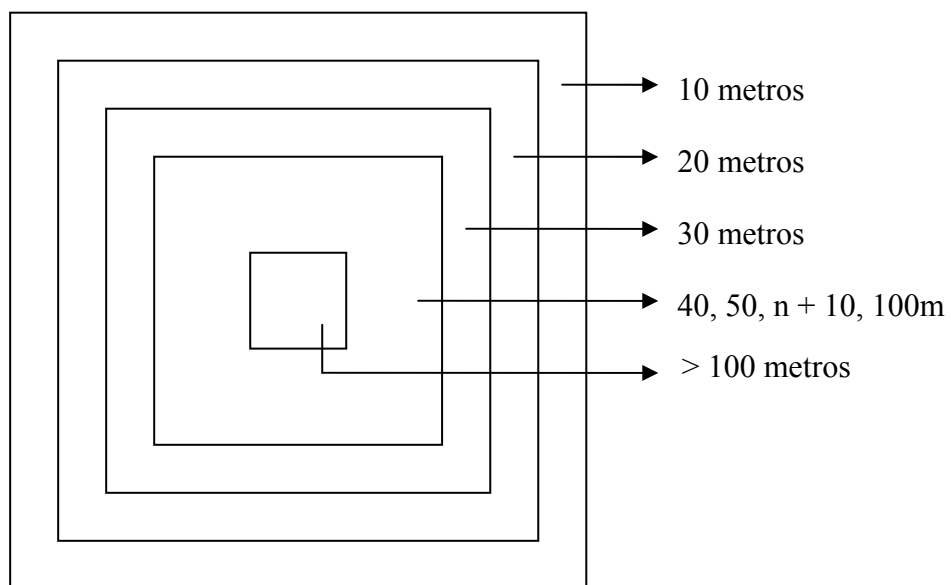


Figura 1 – Figura esquemática mostrando as faixas demarcadas a cada 10 metros, da borda para o interior dos talhões.

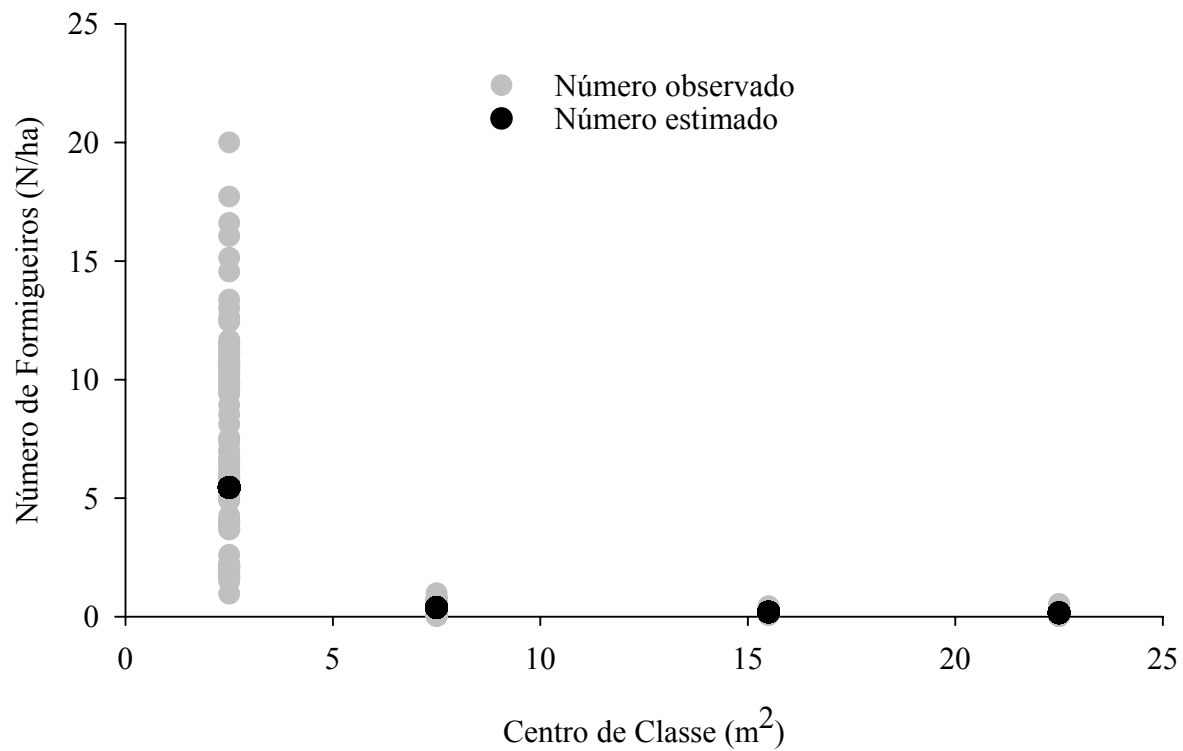


Figura 2 – Números observado e estimado de formigueiros por hectare e por centro de classe, considerando-se todas as distâncias da borda dos talhões de eucalipto na região de Três Marias, Minas Gerais, Brasil.

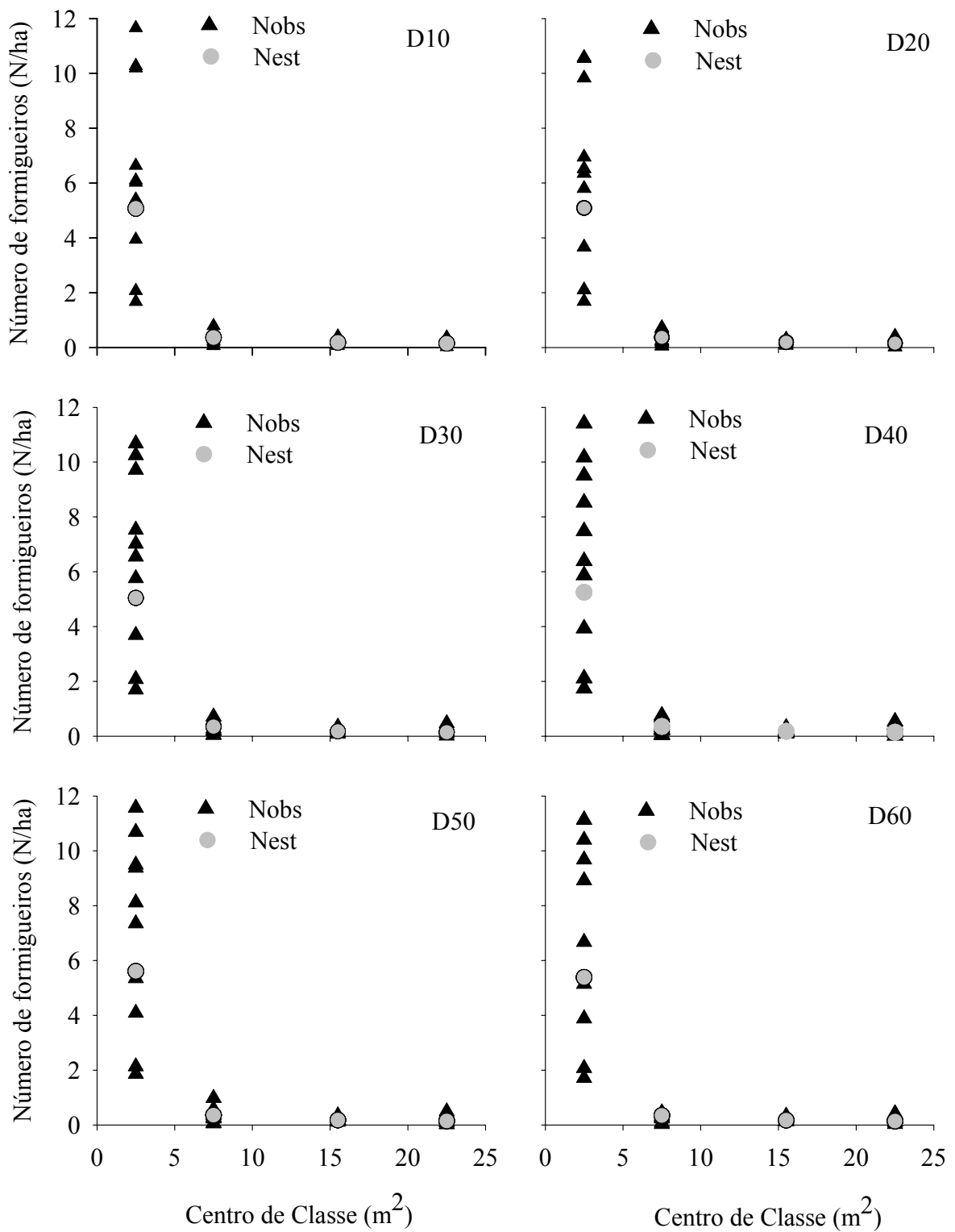


Figura 3 – Números observado (Nobs) e estimado (Nest) de formigueiros por hectare e por centro de classe para as distâncias de 10 (D10), 20 (D20), 30 (D30), 40 (D40), 50 (D50) e 60 (D60) metros da borda dos talhões de eucalipto. Região de Três Marias, Minas Gerais, Brasil.

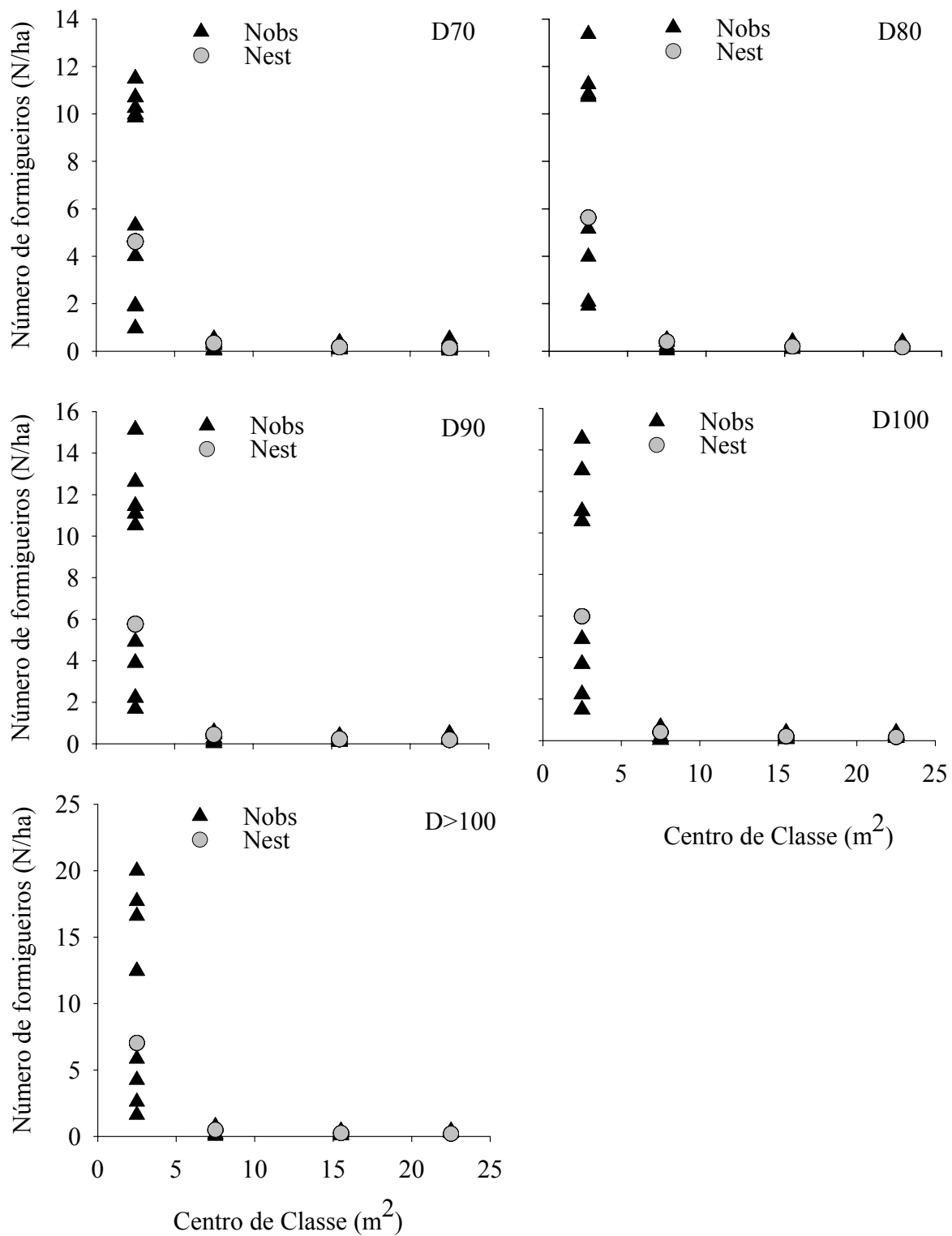


Figura 4 – Números observado (Nobs) e estimado (Nest) de formigueiros por hectare e por centro de classe para as distâncias de 70 (D70), 80 (D80), 90 (D90), 100 (D100) e >100 (D>100) metros da borda dos talhões de eucalipto. Região de Três Marias, Minas Gerais, Brasil.

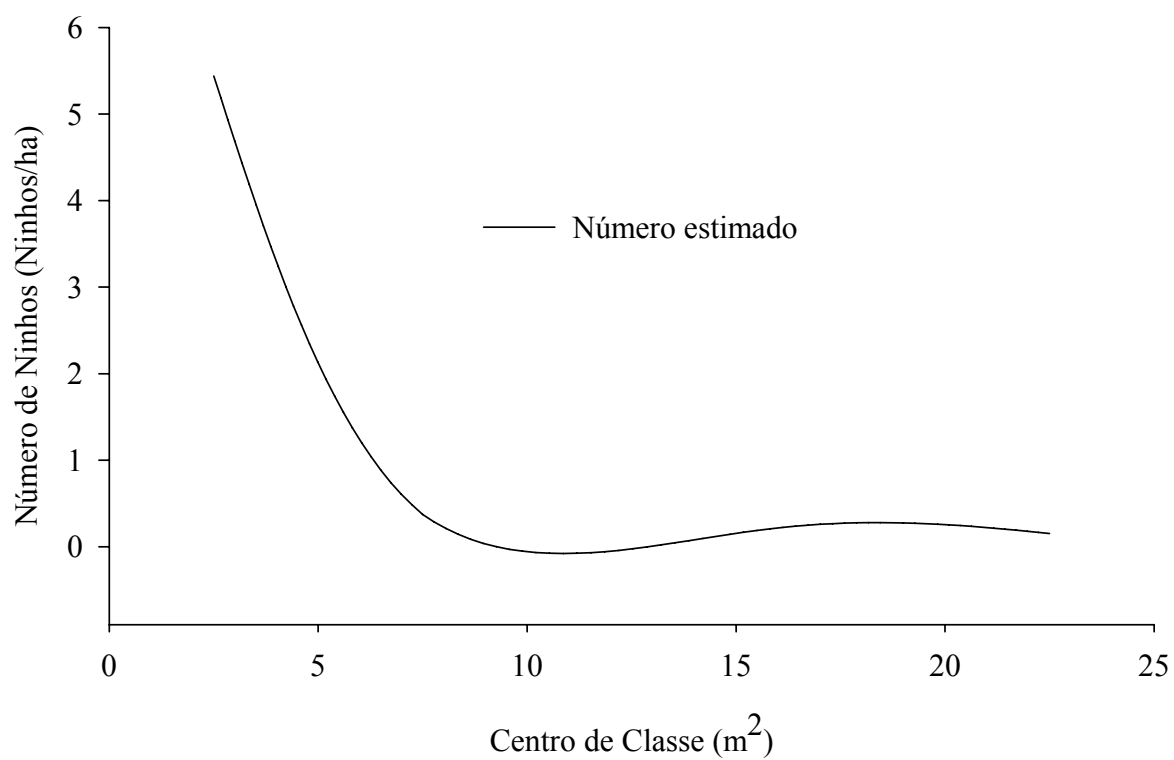


Figura 5 – Número estimado de ninhos de formigas cortadeiras por hectare e por centro de classe empregando-se o modelo reduzido, considerando todas as distâncias da borda, em Três Marias, Minas Gerais, Brasil.

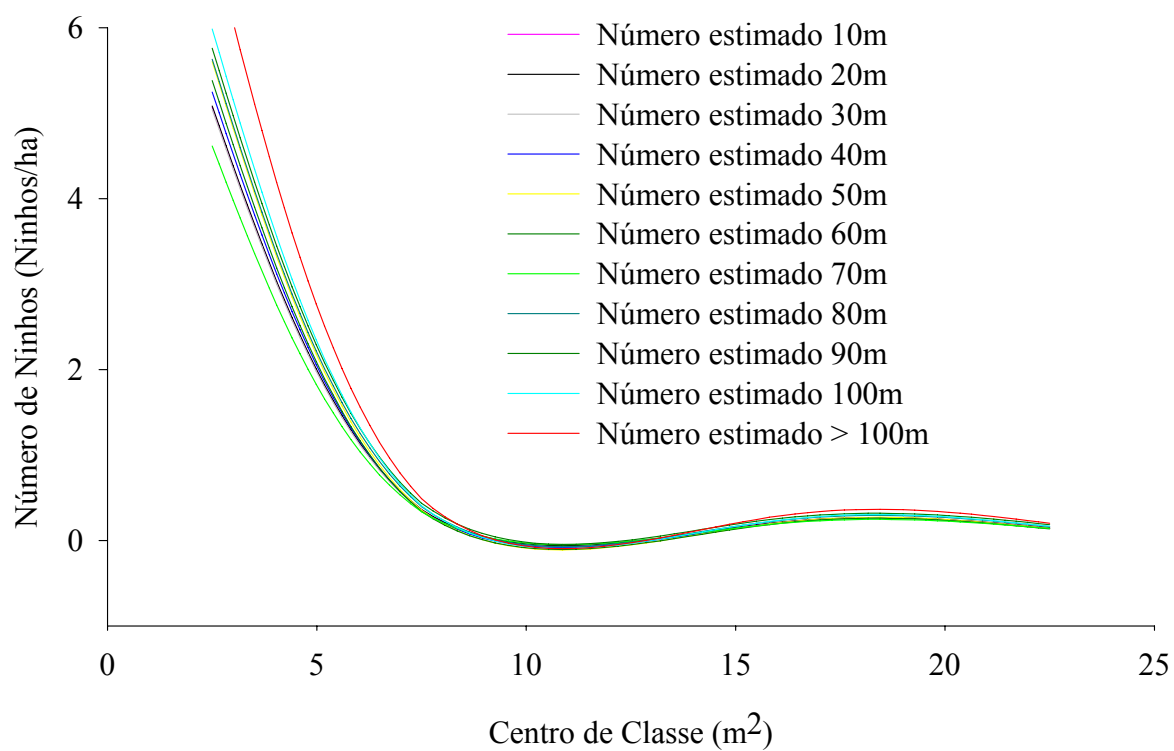


Figura 6 – Números estimados de ninhos de formigas cortadeiras por hectare e por centro de classe empregando-se o modelo completo, ou seja, ajustando-se uma equação para cada distância da borda estudada, em Três Marias, Minas Gerais, Brasil.

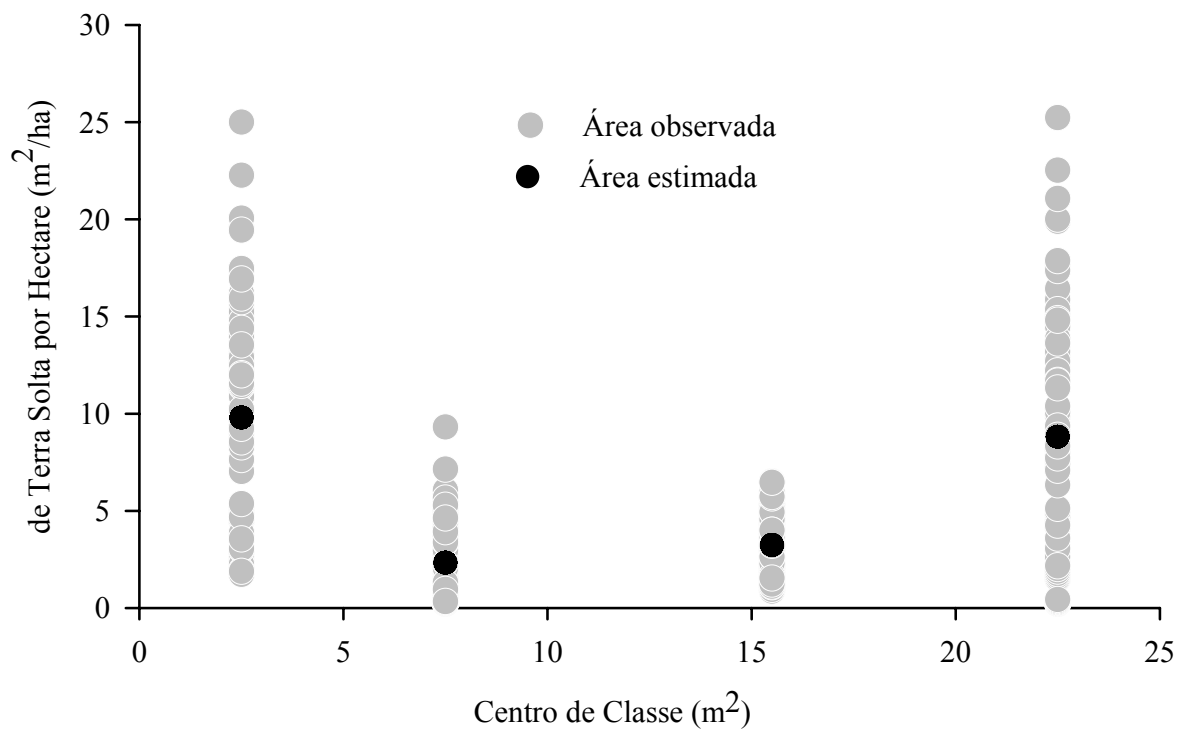


Figura 7 – Áreas de terra solta observada e estimada por hectare e por centros de classes considerando-se todas as distâncias da borda dos talhões, em Três Marias, Minas Gerais, Brasil.

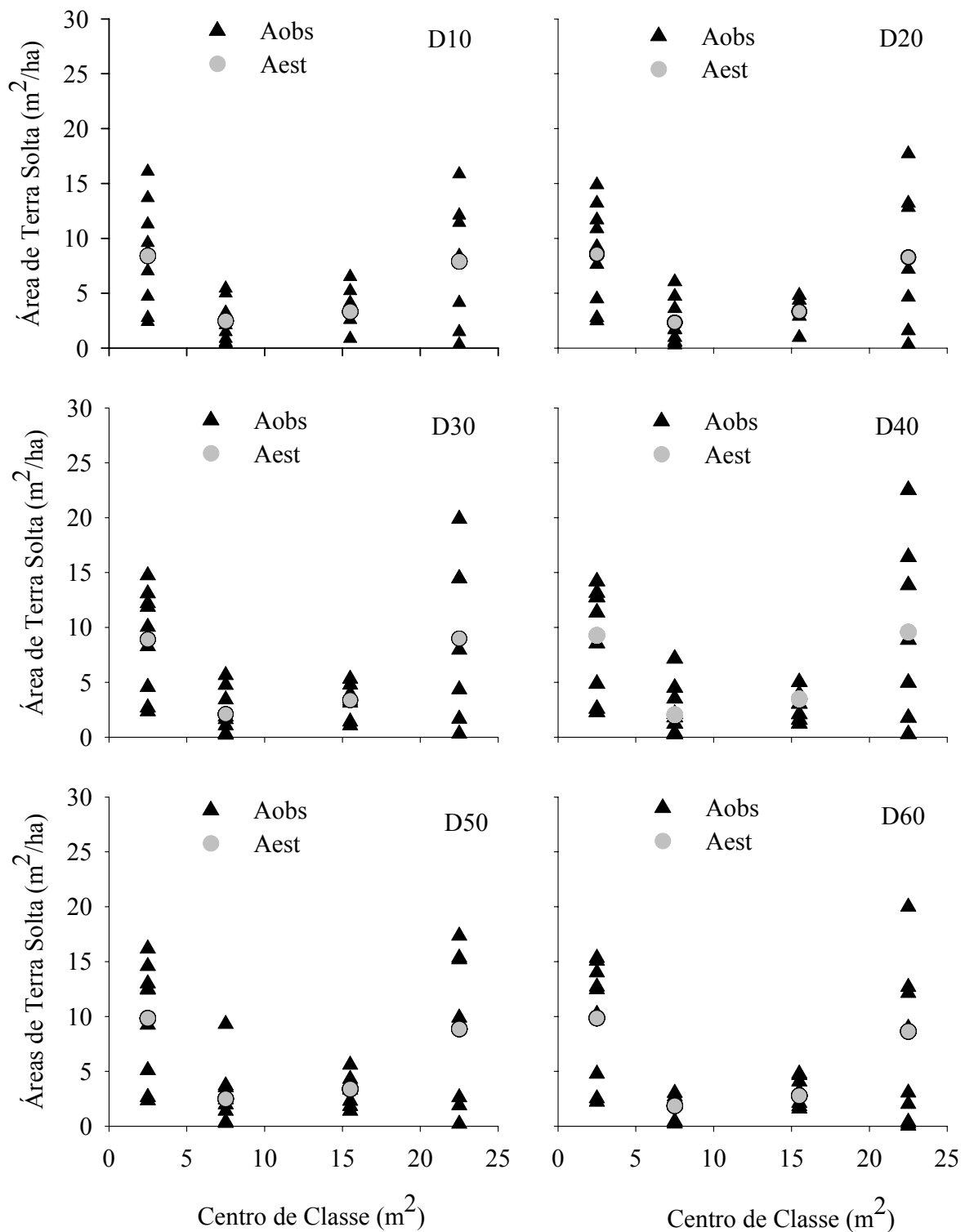


Figura 8 – Áreas de terra solta observada (Aobs) e estimada (Aest) de formigueiros por hectare e por centro de classe para as distâncias de 10 (D10), 20 (D20), 30 (D30), 40 (D40), 50 (D50) e 60 (D60) metros da borda dos talhões de eucalipto, em Três Marias, Minas Gerais, Brasil.

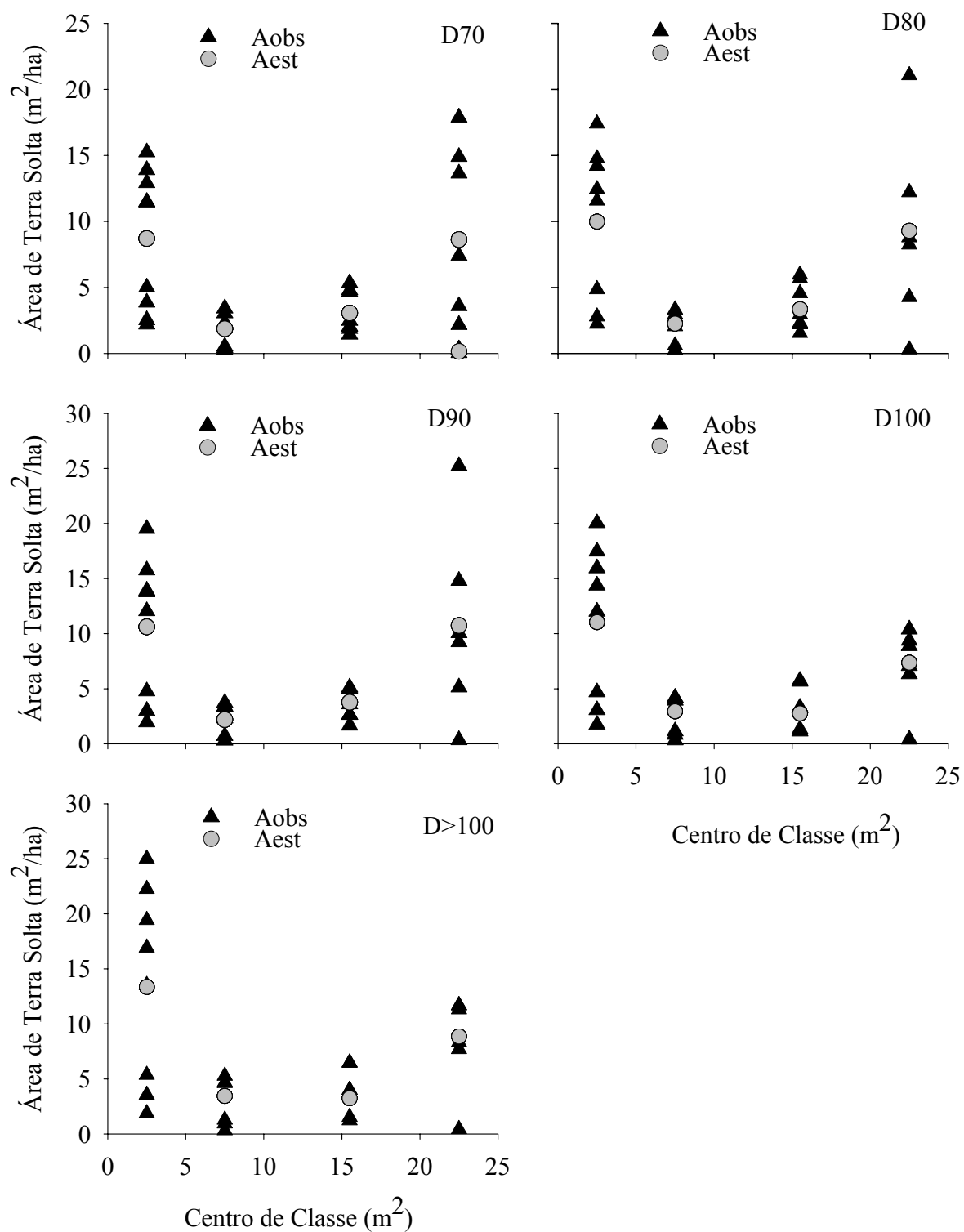


Figura 9 – Áreas de terra solta observada (Aobs) e estimada (Aest) de formigueiros por hectare e por centro de classe para as distâncias de 70 (D70), 80 (D80), 90 (D90), 100 (D100) e >100 (D>100) metros da borda de talhões de eucalipto, em Três Marias, Minas Gerais, Brasil.

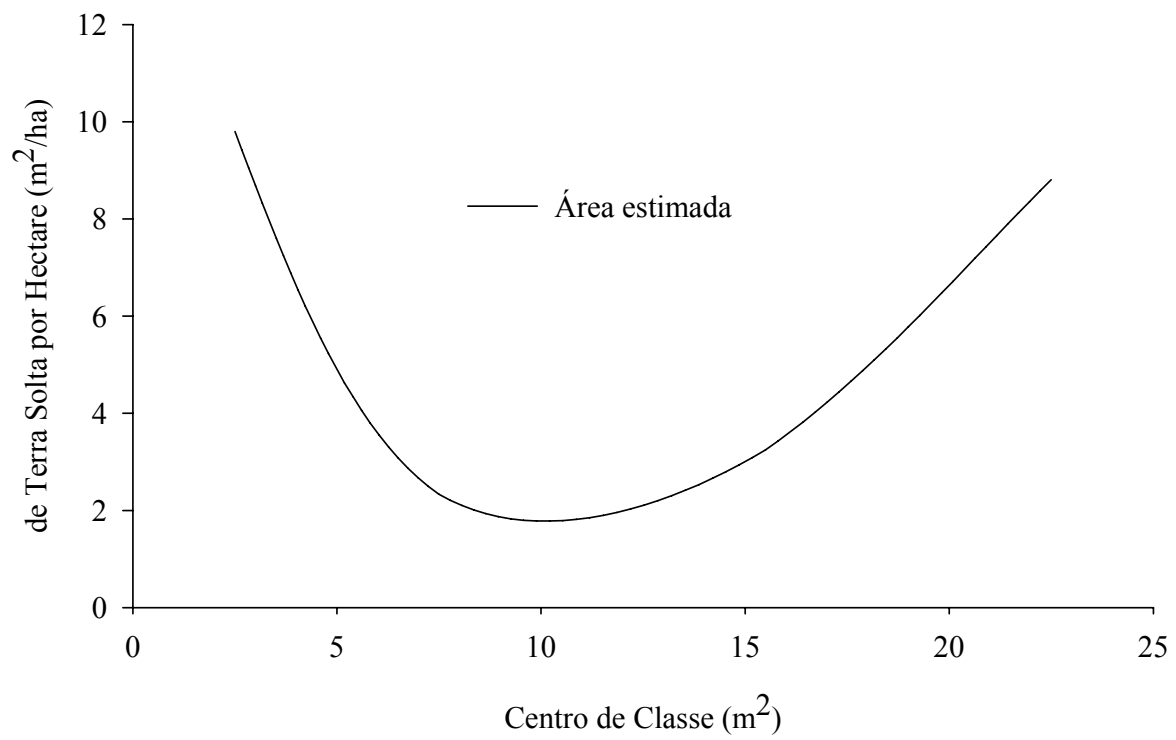


Figura 10 – Área de terra solta estimada por hectare e por centro de classe empregando-se o modelo reduzido, em Três Marias, Minas Gerais, Brasil.

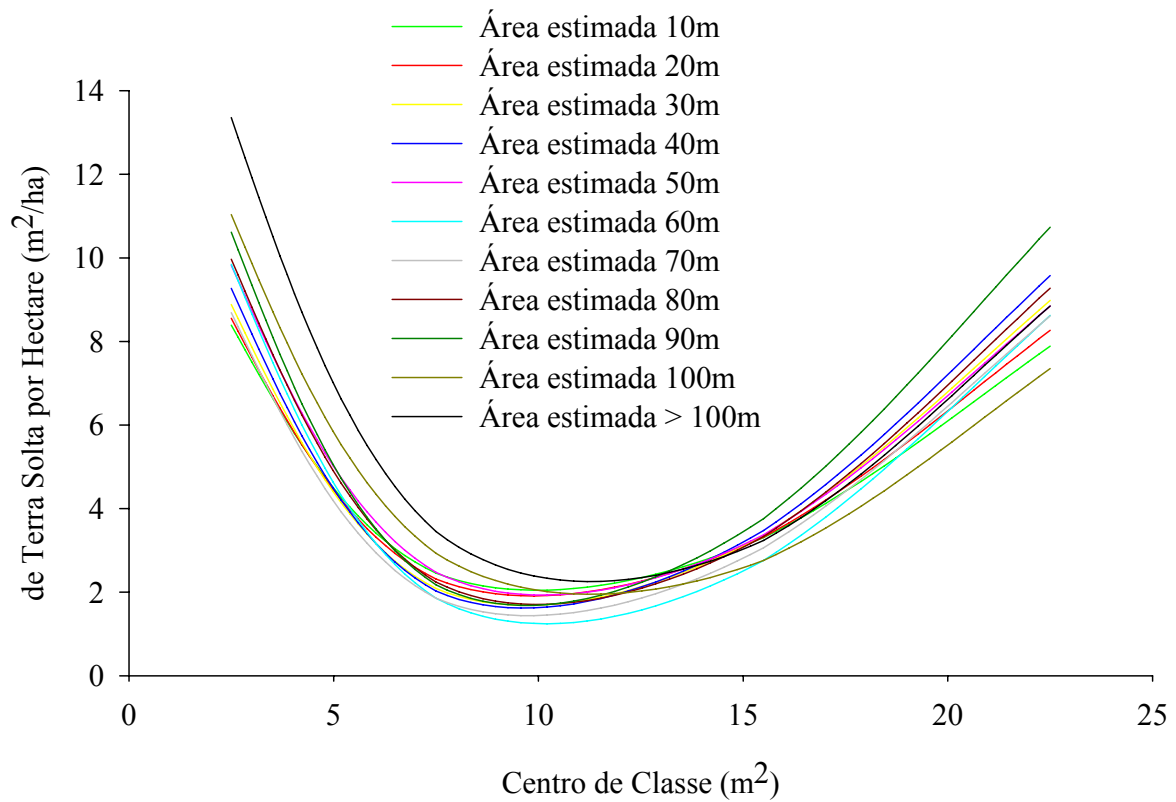


Figura 13 – Área estimada de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras por hectare e por centro de classe empregando-se o modelo completo, ou seja, ajustando-se uma equação para cada distância da borda, em Três Marias, Minas Gerais, Brasil.

**NÚMERO E ÁREA DE TERRA SOLTA DE NINHOS DA FORMIGA CORTADEIRA
Atta sexdens sexdens (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) DE ACORDO COM A
DISTÂNCIA DA BORDA DE TALHÕES DE *Eucalyptus* spp. NA AMAZÔNIA DO
BRASIL**

RESUMO – O efeito da distância da borda do talhão na distribuição de ninhos e da área de terra solta da formiga cortadeira *Atta sexdens sexdens* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Formicidae) foi avaliado em 10 talhões de *Eucalyptus* spp. O número e a área de terra solta (m²) de ninhos dessa formiga cortadeira por hectare em faixas de 10 m da borda, até 120 m de distância da mesma nos talhões de eucalipto foram avaliadas, agrupados em centros de classes de 2,5; 7,5; 15,5 e 22,5 m² e a relação entre a distribuição desses ninhos e essas áreas, em cada faixa de distância e centro de classe foram avaliadas com modelos estatísticos. O teste de identidade de modelos foi utilizado para analisar a possibilidade de um único modelo estatístico (modelo reduzido) ser usado para todas as distâncias da borda. As estimativas com os modelos gerados foram semelhantes para a distribuição do número e da área de terra solta por hectare, independente da distância da borda. O teste de identidade de modelos mostrou semelhança entre os parâmetros gerados nas 12 equações ajustadas (referentes a cada distância da borda) para estimar o número de ninhos e área de terra solta por hectare. Isto mostra ser possível utilizar o modelo $N = 4,490104 + 0,331645C - 2,453453\sqrt{C} + \varepsilon$ para estimar o número de ninhos por hectare e o modelo $\ln A = 3,839342 - 8,694877 \times 1/C + \varepsilon$ para a área de terra solta por hectare, para qualquer distância da borda. O número e a área de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras em talhões de eucalipto podem ser estimados por, apenas, uma equação a partir da amostragem em faixas de 10 m da borda do talhão.

Palavras chaves: monitoramento, saúvas, distância da borda, efeito de borda.

**NUMBER AND AREA OF MOUND SOILS OF NESTS OF THE LEAF-CUTTING ANT
Atta sexdens sexdens (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) ACCORDING TO THEIR
DISTANCE FROM THE BORDERS OF *Eucalyptus* spp. STANDS IN THE
AMAZONIAN REGION OF BRAZIL**

ABSTRACT - The effect of the distance from the borders of eucalyptus stands on the distribution and the area of mound soil of nests of the leaf-cutting ant *Atta sexdens sexdens* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Formicidae) was evaluated in 10 *Eucalyptus* spp. stands in the Amazonian region of Brazil. The number and area of mound soils (m²) of nests of this

leaf-cutting ant per hectare in 10 m strips from the borders of these stands until 120 m into the eucalyptus stands were evaluated with center classes of 2.5; 7.5; 15.5 and 22.5 m². The relationship between the distribution of these nests and their areas at each distance strip and class center were also analyzed using statistic models. The test of identity models was used to analyze the possibility of a single statistical model (reduced model) to be used for all distances from the borders of the eucalyptus stands. The estimates with the general model were similar for the distribution of the number and area of mound soils per hectare, independent of the distance from the borders. The test of identity models showed similarity between the parameters generated with the 12 equations adjusted (regardless of the distance from the borders) to estimate the number of nests and area of mound soils of nests of the leaf-cutting *A. sexdens sexdens* per hectare. This shows that it is possible to use the model $N = 4,490104 + 0,331645C - 2,453453\sqrt{C} + \varepsilon$ to estimate the number of nests and that of $\ln A = 3,839342 - 8,694877 \times 1/C + \varepsilon$ for the area of mound soils of this leaf-cutting ant per hectare, at any distance from the borders. The number and the area of mound soils of nests of the leaf-cutting ant *A. sexdens sexdens* in eucalyptus stands can be estimated with, only, one equation starting from sampling strips of 10 m from the borders of each eucalyptus stand.

Keywords: monitoring, leaf-cutting ants, distance from the borders, border effect.

1. INTRODUÇÃO

O eucalipto é a essência florestal mais plantada em todo o mundo por apresentar alta produção de biomassa em solos pobres, tolerância à seca e crescimento rápido com disponibilidade de água (GINDABA et al., 2005). Devido à sua alta adaptabilidade às condições climáticas (ZANUNCIO et al., 2003), esta espécie é utilizada no Brasil, especialmente para a produção de pasta de celulose, construção civil, siderurgia e movelaria. Contudo, o uso dessa essência florestal em monoculturas facilita o estabelecimento e o desenvolvimento de insetos que, por encontrarem nesses locais fontes de alimento em abundância e ausência de inimigos naturais, podem se tornar pragas, com destaque para as formigas cortadeiras do gênero *Atta* (ZANETTI et al., 2003a, ZANUNCIO et al., 2000, 2002a) e *Acromyrmex* (ANTUNES e DELLA LUCIA, 1999; ZANETTI et al., 2003b).

Alternativas para o manejo de monoculturas de eucalipto têm sido buscadas visando aumentar a produção de madeira com menores custos e impactos ambientais (RAMOS et al., 2003). Isto inclui o estabelecimento de programas de manejo com sistemas monitorados de

formigas cortadeiras, desenvolvidos e utilizados por empresas reflorestadoras para o controle e manutenção da densidade de ninhos dessa praga em níveis toleráveis em plantios de *Eucalyptus* spp. (ZANETTI et al., 2000). Técnicas de monitoramento e controle em faixas podem reduzir os custos com mão-de-obra e o impacto ambiental em plantios comerciais de eucalipto, pois foi verificada maior concentração de saúveiros em faixas próximas à borda do talhão (ZANUNCIO et al., 2002). A riqueza faunística de coleópteros foi semelhante nas bordas e no interior de plantio de *Eucalyptus globulus* (CUNNINGHAM et al., 2005). Entretanto, esses autores sugerem que isto poderia ser observado por espécie, mostrando que a abundância de algumas espécies de insetos pode ser afetada pela distância da borda de plantios de eucalipto. O padrão de distribuição de plantas no estrato inferior de bordas recém criadas em fragmentos de florestas nativas mostram que algumas foram prejudicadas e outras não (KAPOS et al., 1997). Fragmentos florestais têm uma biota menos intacta que a floresta contínua, tornando-os mais susceptíveis a invasões (PIMM, 1991). O efeito de borda e o histórico de perturbações diversificadas (incêndios, caça, extrativismo vegetal predatório, etc) são responsáveis pelo grau de degradação de unidades de conservação no estado de São Paulo (VIANA e PINHEIRO, 1998). Esses autores sugerem que a intensidade do efeito de borda está, diretamente, relacionada ao tamanho e ao formato dos talhões, podendo haver situações em que todo o fragmento esteja sob esse efeito. Além disso, o efeito de borda será menos ou mais intenso dependendo do tipo de ambiente a que cada face do fragmento esteja exposta (VIANA e PINHEIRO, 1998).

A capacidade de locomoção de insetos depende de fatores como a estrutura do ambiente, a presença de corredores, de vegetação circundante e o estado fisiológico dos indivíduos, o que sugere que o movimento de insetos no ambiente não seja aleatório (HUNTER, 2002). Assim, a ocorrência de ninhos de formigas cortadeiras pode seguir o padrão de comportamento da rainha ao fundar uma colônia, caracterizando uma distribuição espacial característica em ambientes homogêneos como plantios de eucalipto.

O objetivo foi avaliar a distribuição e área de terra solta de ninhos da formiga cortadeira *Atta sexdens sexdens* (Hymenoptera: Formicidae) a partir da borda de talhões do eucalipto, na região de Monte Dourado, município de Almeirim, estado do Pará, Brasil.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Dados

Este trabalho foi realizado em 10 talhões com plantios de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* na região de Monte Dourado, município de Almeirim, estado do Pará, entre as latitudes 00°27'00"S e 01°30'00" S e longitudes 51°40'00" e 53°20'00" W. A região se caracteriza por clima do subtipo Amw – quente e úmido (Köppen) com temperaturas mensais em torno de 26.3°C durante todo o ano.

A área apresenta déficit hídrico de 218 mm entre agosto e dezembro, com precipitação pluviométrica média de 2.115 mm, tendo no mês de dezembro o início do período chuvoso. Os totais mensais de pluviometria tendem a crescer durante o verão e atingem o máximo no outono, com os meses de março, abril e maio tendo cerca de 40% do total anual de chuvas. Durante o inverno, as precipitações mensais diminuem progressivamente, atingindo o mínimo durante a primavera. Os meses de setembro a novembro tiveram, apenas, 8% do volume anual de chuvas.

Os talhões de eucalipto foram percorridos e os ninhos da formiga cortadeira *A. sexdens* identificados, obtendo-se o número, a área de terra solta e a distância dos mesmos em relação à borda mais próxima do talhão. A quantificação do número de ninhos e da área de terra solta desses ninhos foi estabelecida em faixas de 0 a 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 e 120 m da borda dos talhões de eucalipto.

O número e a área de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras foram agrupados em classes de tamanho, utilizando-se os centros de classes de cada uma como base de cálculo (Quadro 1).

2.2. Relação entre tamanho e número de formigueiro

O modelo $N = \beta_0 + \beta_1 C + \beta_2 \sqrt{C} + \varepsilon$ foi ajustado considerando-se todas as distâncias da borda e, cada uma, individualmente, onde N = número de formigueiros; C = centro da classe de tamanho de formigueiro (m^2); β_i = parâmetros do modelo; e ε = erro aleatório.

2.3. Efeito da distância da borda no número de formigueiros

O efeito da distância da borda do talhão no número de formigueiros foi avaliado com o teste de identidade de modelos. Este teste pode verificar se há possibilidade do uso de equações comuns para diferentes grupos de estratos ou situações.

A forma do modelo considerando cada profundidade, denominado modelo completo (C), é: $N = \beta_{01}D_1 + \beta_{02}D_2 + \beta_{03}D_3 + \beta_{04}D_4 + \beta_{05}D_5 + \beta_{06}D_6 + \beta_{07}D_7 + \beta_{08}D_8 + \beta_{09}D_9 + \beta_{10}D_{10} + \beta_{11}D_{11} + \beta_{12}D_{12} + \beta_{11}D_1C + \beta_{12}D_2C + \beta_{13}D_3C + \beta_{14}D_4C + \beta_{15}D_5C + \beta_{16}D_6C + \beta_{17}D_7C + \beta_{18}D_8C + \beta_{19}D_9C + \beta_{110}D_{10}C + \beta_{111}D_{11}C + \beta_{112}D_{12}C + \beta_{21}D_1\sqrt{C} + \beta_{22}D_2\sqrt{C} + \beta_{23}D_3\sqrt{C} + \beta_{24}D_4\sqrt{C} + \beta_{25}D_5\sqrt{C} + \beta_{26}D_6\sqrt{C} + \beta_{27}D_7\sqrt{C} + \beta_{28}D_8\sqrt{C} + \beta_{29}D_9\sqrt{C} + \beta_{210}D_{10}\sqrt{C} + \beta_{211}D_{11}\sqrt{C} + \beta_{212}D_{12}\sqrt{C} + \varepsilon_i$.

Foram estabelecidas as seguintes hipóteses:

$$H_0: \begin{bmatrix} \beta_{01} \\ \beta_{11} \\ \beta_{21} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{02} \\ \beta_{12} \\ \beta_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{03} \\ \beta_{13} \\ \beta_{23} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{04} \\ \beta_{14} \\ \beta_{24} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{05} \\ \beta_{15} \\ \beta_{25} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{06} \\ \beta_{16} \\ \beta_{26} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{07} \\ \beta_{17} \\ \beta_{27} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{08} \\ \beta_{18} \\ \beta_{28} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{09} \\ \beta_{19} \\ \beta_{29} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{010} \\ \beta_{110} \\ \beta_{210} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{011} \\ \beta_{111} \\ \beta_{211} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{012} \\ \beta_{112} \\ \beta_{212} \end{bmatrix}$$

H_a : não H_0 :

O modelo reduzido (R) $N = \beta_0 + \beta_1C + \beta_2\sqrt{C} + \varepsilon_i$ foi definido com base em H_0 , considerando-se todas as distâncias da borda, ou seja, usando-se uma equação para todas as distâncias.

A hipótese H_0 foi testada pela estatística $F(H_0)$, dada por: $F(H_0) = (R(H_0) / (pH - p)) / (SQRes(C) / (n - pH))$, que sob normalidade segue distribuição F central com $(pH - p)$ e $(N - pH)$ graus de liberdade, em que: p = número de parâmetros por modelo (incluindo β_0), H = número de profundidades analisadas, n = número total de observações, $R(H_0)$ = redução devido H_0 , sendo $R(H_0) = SQPar(C) - SQPar(R)$, $SQPar(C)$ = soma de quadrados de parâmetros para o modelo completo, sendo:

$$SQPar(C) = \sum_{h=1}^H \hat{\beta}'_h X'_h Y_h$$

SQPar(R)= soma de quadrados de parâmetros do modelo reduzido, sendo SQPar(R)=

$$\text{SQRegressão} + \frac{\left(\sum_{i=1}^n Y_i\right)^2}{n}$$

SQRes(C)= soma de quadrados do resíduo do modelo completo, sendo SQRes(C)=

$$Y'Y - \hat{\beta}'_h X'_h Y_h$$

2.4. Relação entre tamanho e área de formigueiros

De forma semelhante ao realizado para a análise do número de *A. sexdens sexdens*, as áreas de terra solta foram agrupadas em classes de tamanho, utilizando-se como base de cálculo os centros de classes de cada uma delas.

A distribuição da área de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras, de acordo com a distância da borda do talhão, foi estudada ajustando-se o modelo $LnA = \beta_0 + \beta_1 \times 1/C + \varepsilon$, onde A = área de terra solta formigueiro (m^2/ha); C = centro da classe de tamanho de formigueiro (m^2); β_i = parâmetros do modelo e ε = erro aleatório. Este modelo foi ajustado considerando-se todas as distâncias da borda e, cada uma, separadamente, ou seja, para as distâncias da borda a cada 10 m, até 120 m da borda do talhão.

2.5. Efeito da distância da borda na distribuição da área de terra solta de formigueiros

A forma do modelo considerando cada distância da borda, denominado modelo completo (C), é: $LnA = \beta_{01}D_1 + \beta_{02}D_2 + \beta_{03}D_3 + \beta_{04}D_4 + \beta_{05}D_5 + \beta_{06}D_6 + \beta_{07}D_7 + \beta_{08}D_8 + \beta_{09}D_9 + \beta_{10}D_{10} + \beta_{11}D_{11} + \beta_{11}D_{12} + \beta_{11}D_1 \times 1/C + \beta_{12}D_2 \times 1/C + \beta_{13}D_3 \times 1/C + \beta_{14}D_4 \times 1/C + \beta_{15}D_5 \times 1/C + \beta_{16}D_6 \times 1/C + \beta_{17}D_7 \times 1/C + \beta_{18}D_8 \times 1/C + \beta_{19}D_9 \times 1/C + \beta_{110}D_{10} \times 1/C + \beta_{111}D_{11} \times 1/C + \beta_{112}D_{12} \times 1/C + \varepsilon_i$

Foram estabelecidas as seguintes hipóteses:

$$H_0: \begin{bmatrix} \beta_{01} \\ \beta_{11} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{02} \\ \beta_{12} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{03} \\ \beta_{13} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{04} \\ \beta_{14} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{05} \\ \beta_{15} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{06} \\ \beta_{16} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{07} \\ \beta_{17} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{08} \\ \beta_{18} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{09} \\ \beta_{19} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{010} \\ \beta_{110} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{011} \\ \beta_{111} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{012} \\ \beta_{112} \end{bmatrix}$$

H_a : não H_0 :

O modelo reduzido (R) foi definido com base em H_0 , considerando-se todas as distâncias da borda, ou seja, o emprego de uma equação única para todas as distâncias. $LnA = \beta_0 + \beta_1 \times 1/C + \varepsilon_i$

As considerações sobre o teste estatístico e a forma como foi testada a hipótese H_0 são as mesmas daquelas para o ajuste do modelo visando verificar-se o efeito da distância da borda do talhão no número de formigueiros por hectare.

3. RESULTADOS

3.1. Análise do número de formigueiros

3.1.1. Ajuste dos modelos

Ajustou-se o modelo $N = \beta_0 + \beta_1 C + \beta_2 \sqrt{C} + \varepsilon$ aos dados sobre o número de ninhos de formigas cortadeiras, para todas as distâncias das bordas (Figura 1) e para cada uma, individualmente (Figuras 2 e 3). A equação ajustada para cada situação (distância da borda) permitiu obter os valores dos parâmetros, a significância do teste t e o coeficiente de determinação (Quadro 2). A relação entre o número de ninhos de formigas cortadeiras observado e estimado para cada situação foi apresentada, as análises realizadas e as informações geradas mostraram que o modelo se ajustou bem aos dados (Figuras 4 e 5 e Quadro 2).

Considerando-se todas as distâncias da borda estudadas, a distribuição observada de ninhos de *A. sexdens sexdens* foi de dois a 30; de dois a quatro; de dois a cinco e de dois a sete ninhos de formigas cortadeiras, para os centros de classes de 2,5, 7,5, 15,5 e 22,5 m², respectivamente (Figura 1). Por outro lado, os valores estimados para essa distribuição foram de, aproximadamente, cinco, dois, dois e dois para os mesmos centros de classes, respectivamente (Figura 1).

3.1.2. Efeito da distância da borda do talhão no número de formigueiros

O modelo reduzido foi ajustado utilizando-se o número total de formigueiros (Figura 4) e o completo de acordo com cada distância da borda (Figura 5).

O ajuste dos modelos completo e reduzido gerou o quadro da análise de variância (Quadro 3), cujas informações tornaram possível testar-se a hipótese H_0 empregando-se o teste F.

O $F(H_0)$ menor que $F_{5\%}$ tabelado mostrou que não se deve rejeitar H_0 e permite concluir que os valores de β_i são semelhantes. Assim, a equação com as estimativas comuns, dada por, $N = 4,490104 + 0,331645C - 2,453453\sqrt{C}$, pode ser utilizada em substituição às 12 equações geradas para cada distância da borda.

3.2. Análise da área de terra solta

3.2.1. Ajustes dos modelos

O modelo $LnA = \beta_0 + \beta_1 \times 1/C + \varepsilon$ foi ajustado aos dados de área de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras para todas as distâncias das bordas (Figura 6) e para cada uma, individualmente (Figuras 7 e 8). De forma semelhante ao verificado para o número de ninhos de formigas cortadeiras, o ajuste da equação para cada distância da borda permitiu obter os valores dos parâmetros, a significância do teste t e o coeficiente de determinação (Quadro 4). As informações geradas e a relação entre a área de terra solta de formigueiros observada e estimada, mostram que o modelo se ajustou bem aos dados (Figuras 9 e 10 e Quadro 4).

3.2.2. Efeito da distância da borda do talhão na área de terra solta

O modelo reduzido foi ajustado a partir da área total de terra solta (Figura 9), e o completo com as áreas de terra solta para cada distância da borda (Figura 10).

O ajuste dos modelos completo e reduzido geraram o quadro da análise de variância (Quadro 5), cujas informações tornam possível testar a hipótese H_0 empregando-se o teste F.

O $F(H_0)$ menor que $F_{5\%}$ tabelado mostrou que se deve rejeitar H_0 e concluir que os valores de β_i são semelhantes. Assim, a equação obtida com as estimativas comuns, dada por $LnA = 3,839342 - 8,694877 \times 1/C$ pode ser utilizada como estimativas das 12 equações envolvidas.

4. DISCUSSÃO

O número observado de ninhos da formiga cortadeira *A. sexdens sexdens* variou de um a 30 para o centro de classe 2,5 m² e de um a cinco para os demais centros. O maior número de saueiros do menor centro de classe (2,5 m²) pode ser considerado normal devido às reinfestações anuais por alados de fragmentos de florestas nativas vizinhas aos talhões de eucalipto (ZANETTI et al., 2000). Por outro lado, os menores valores para as demais classes de tamanho podem estar relacionados à mortalidade natural inicial dos formigueiros e aos combates intensivos no primeiro ano de seu estabelecimento (ANJOS et al., 1993) e nos subseqüentes (ZANETTI et al., 2000, ZANETTI et al., 2003b).

A área de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras de zero a, aproximadamente, 550 m² no centro de classe 22,5 m² sugere que o controle dessa praga difere de um talhão para outro. Além disso, as expressivas áreas de terra solta compostas por, no máximo, cinco saueiros, indicam que os mesmos já atingiram a fase adulta. Esses formigueiros podem ter sua idade estimada de acordo com suas áreas de terra solta, pois, aqueles de *A. sexdens rubropilosa* alcançam cerca de 10 m² de área de terra solta após dois anos (HERNÁNDEZ et al., 1999) enquanto isso pode chegar a 24 m² para *A. laevigata* (SALZEMANN e JAFFÉ, 1990). A presença de ninhos adultos em áreas de reflorestamento com eucalipto deve ser evitada, pois a intensa capacidade de forrageio dos mesmos pode reduzir a produção anual de madeira, além de produzirem anualmente indivíduos alados (MARICONI, 1970) para o estabelecimento de novas colônias.

O teste de identidade de modelos mostrou não haver efeito da distância da borda na distribuição de ninhos e da área de terra solta de ninhos de *A. sexdens sexdens*, nos diferentes centros de classes na região de Monte Dourado, Pará, ou seja, esses valores são semelhantes, independente da distância da borda. Isto pode ser comprovado pela presença de ninhos de centro de classe 22,5 m² em todas as distâncias da borda, e variação semelhante do número de ninhos da menor classe de tamanho (2,5 m²).

O comportamento de indivíduos da casta temporária (casta reprodutiva) de formigas cortadeiras pode interferir na dinâmica de ocupação de novas áreas por essa praga, pois, após o vôo nupcial, fêmeas do gênero *Atta* procuram locais com pouca ou nenhuma vegetação para pousarem, desprenderem suas asas e estabelecerem seus ninhos (MARICONI, 1970; DELLA LUCIA e ARAÚJO, 1993). Assim, locais como talhões de eucalipto recém-colhidos e áreas

de aceiros, mantidas limpas para o trânsito de veículos (ZANUNCIO et al., 2002) podem ser, preferencialmente, escolhidas para pouso desses insetos, fazendo com que as bordas de eucaliptais tenham maiores números de ninhos de formigas cortadeiras.

Além dos aspectos relacionados ao comportamento de formigas cortadeiras, características climáticas e vegetacionais em áreas de transições e borda, que apresentam maior disponibilidade de recursos importantes como néctar, pólen e abrigo, que podem aumentar as chances de sobrevivência e de reprodução de determinados organismos (TAHVANAINEN e ROOT, 1972), propiciam melhores condições para o estabelecimento de formigueiros. No entanto, outros fatores podem afetar o sucesso de formação de novos ninhos, pois 81,7% das rainhas de formigas cortadeiras foram predadas em regiões de borda, contra 60% no interior dos talhões (DARRAULT et. al., 2003). A alta incidência solar, comum nas bordas, faz com que essas áreas apresentem vegetação mais densa e maior diversidade, o que reduziria a infestação por formigas cortadeiras, pois o número de saúveiros foi 18 vezes maior em áreas sem sub-bosque que com vegetação densa (ALMEIDA et al., 1983a). Além disso, o número de novas colônias foi 11,5 vezes menor em áreas com sub-bosque desenvolvido (ALMEIDA et al., 1983b).

O comportamento de rainhas de formigas cortadeiras durante o vôo nupcial pode conferir maior concentração dessa praga em áreas próximas às bordas, embora as condições das mesmas possam não ser ideais para o estabelecimento de suas colônias. No entanto, como o número de rainhas que aterrissam em áreas próximas às bordas é maior que no interior dos talhões, isso compensaria uma possível maior mortalidade naquelas áreas.

5. CONCLUSÕES

A Análise de Identidade de Modelos mostrou que a distância da borda do talhão não afeta a distribuição de ninhos de formigas cortadeiras.

Uma única equação pode ser ajustada para, a partir da amostragem de áreas próximas as bordas, ou em faixas a qualquer distância da mesma, estimar o número de ninhos de formigas cortadeiras em todo o talhão de eucalipto.

A alta incidência de ninhos de formigas cortadeiras com elevada área de terra solta indica a necessidade de se revisar a metodologia de controle utilizada.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.F.; ALVES, J.E.M.; MENDES FILHO, J.M.A.; LARANJEIRO, A.J. A avifauna e o sub-bosque como fatores auxiliares no controle biológico das saúvas em florestas implantadas. **Silvicultura**, v. 8, n. 28, p. 145-150, 1983a.

ALMEIDA, A.F.; ALVES, J.E.M.; MENDES FILHO, J.M.A. Manutenção de sub-bosque em florestas de *Eucalyptus urophylla* e a distribuição regular de porta-iscas, visando o controle preventivo de saúvas (*Atta* spp.). **Silvicultura**, v. 8, n. 28, p. 142-144, 1983b.

ANJOS, N.; MOREIRA, D.D.; DELLA LUCIA, T.M.C. Manejo Integrado de Formigas Cortadeiras em Reflorestamentos. p. 212-241, 1993. In: DELLA LUCIA, T.M.C. (Ed). **As Formigas Cortadeiras**. Viçosa, p. 26-31, 1993.

ANTUNES, E.C.; DELLA LUCIA, T.M.C. Consumo foliar em *Eucalyptus urophylla* por *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* Forel (Hymenoptera: Formicidae). **Ciência e Agrotécnica**, v. 23, n. 1, p. 208-211, 1999.

CUNNINGHAM, S.A.; FLOYD, R.B.; WEIR, T.A. Do *Eucalyptus* plantations host an insect community similar to remnant *Eucalyptus* forest? **Austral Ecology**, v. 30, p. 103-117, 2005.

DELLA LUCIA, T.M.C.; ARAÚJO, M.S. Vôo nupcial ou revoada. p. 60-83, 1993. In: DELLA LUCIA, T.M.C. (Ed). **As Formigas Cortadeiras**. Viçosa, 1993, 262p.

DARRAULT, O.; WIRTH, R.; LEAL, I.R. Efeito da fragmentação sobre o controle top-down de rainhas das formigas cortadeiras *Atta sexdens*. 6º Congresso de Ecologia do Brasil, 2003.

GINDABA, J.; ROZANOV, A.; NEGASH, L. Photosynthetic gas exchange, growth and biomass allocation of two *Eucalyptus* and three indigenous tree species of Ethiopia under moisture deficit. **Forest Ecology and Management**, v. 205, p. 127-138, 2005.

- HERNÁNDEZ, J.V.; RAMOS, C.; BORJAS, M.; JAFFÉ, K. Growth of *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) nests in pine plantations. Venezuela, **Florida Entomologist**, v. 82, n. 1, p. 97-103, 1999.
- HUNTER, M.D. Landscape structure, habitat fragmentation, and the ecology of insects. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 4, p. 159-166, 2002.
- KAPOS, V.; WENDELL, E.; CAMARGO, J.L.C.; GANADE, G.M.S. Edge-related changes in environment and plant responses due to forest fragmentation in central Amazonia. In: LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD, R. O. (Ed.) **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago: The University of Chicago Press, 1997. p. 33-44.
- MARICONI, F.A.M. **As Saúvas**. São Paulo, Agronômica Ceres. 1970, 167p.
- PIMM, S.L. **The Balance of Nature?** Chicago: University of Chicago Press, 1991.
- RAMOS, L.S.; MARINHO, C.G.S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J.H.C.; SCHLINDEWEIN, M.N. Impacto de iscas formicidas granuladas sobre a mirmecofauna não-alvo em eucaliptais segundo duas formas de aplicação. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 2, p. 231-237, 2003.
- SALZEMANN, A.; JAFFÉ, K. Territorial ecology of the leaf-cutting ant, *Atta laevigata* (Fr. Smith) Hymenoptera: Myrmicinae, p. 345-354, In: VANDER MEER, R. K. JAFFÉ, K. CEDEÑO, A. (Ed) **Applied Myrmecology: a World Perspective**. Westview Press, Boulder. 1990.
- TAHVANAINEN, J.O.; ROOT, R.B. The influence of vegetation diversity on the population ecology of a specialized herbivore, *Phyllotreta cruciferae* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Oecologia**, v. 10, n. 1, p. 321-346, 1972.
- VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998.
- 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 saúvas em eucaliptais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 10, p. 1911-1918, 2000.

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J.C.; SOUZA-SILVA, A.; ABREU, L.G. Eficiência da isca granulada aplicada sobre monte de terra solta de ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). **Árvore**, v. 27, n. 3, p. 407-410, 2003a.

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J.C.; MAYHÉ-NUNES, A.J.; MEDEIROS, A.G.B.; SOUZA-SILVA, A. Combate sistemático de formigas-cortadeiras com iscas granuladas, em eucaliptais com cultivo mínimo. **Árvore**, v. 27, n. 3, p. 387-392, 2003b.

ZANUNCIO, J.C.; MAGESTE, G.; PEREIRA, J.M.M.; ZANETTI, R. Utilización del cebo Mirex-S (Sulfluramida 0.3%) para el control de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) en área estratificada de hormigueros. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 26, n. 3-4, p. 157-160, 2000.

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). **Sociobiology**, v. 39, n. 2, p. 231-242, 2002.

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

Quadro 1 – Classes de tamanho e respectivos centros de classe utilizados para análise do número e da área de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras na região de Monte Dourado, Pará, Brasil

Classe de tamanho (m ²)	Centro da classe (m ²)
0 – 5	2,5
5 – 10	7,5
11 – 20	15,5
> 20	22,5

Quadro 2 – Parâmetros (β_0 , β_1 e β_2) e o coeficiente de determinação (\bar{R}^2) obtidos a partir do ajuste do modelo $N = \beta_0 + \beta_1 C + \beta_2 \sqrt{C} + \varepsilon$ para todas as distâncias da borda dos talhões (modelo reduzido) e cada uma separadamente (a cada 10m, até 120m), em plantios de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, na região de Monte Dourado, Pará, Brasil

Distância da Borda	β_0	β_1	β_2	\bar{R}^2
Todas as Distâncias	4,490104**	0,331645**	-2,453453**	0,33
10 m	4,214561**	0,304052ns	-2,263099*	0,33
20 m	6,158389**	0,465358ns	-3,476181*	0,43
30 m	5,525848**	0,442767**	-3,152388**	0,44
40 m	4,085241**	0,285138ns	-2,185040ns	0,36
50 m	4,079678**	0,289498ns	-2,198960*	0,34
60 m	4,079773**	0,302420ns	-2,247734*	0,31
70 m	4,452421**	0,366203ns	-2,566666*	0,24
80 m	4,924595**	0,394422*	-2,791208*	0,27
90 m	4,083409**	0,313641ns	-2,261612*	0,20
100 m	3,818386*	0,249847ns	-1,972819ns	0,28
110 m	3,872430*	0,251146ns	-1,949806ns	0,23
120 m	5,483947**	0,416531*	-3,027433**	0,41

** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não-significativo

Quadro 3 – Análise de variância para testar a hipótese de igualdade dos modelos de regressão, considerando-se o número de formigueiros. Região de Monte Dourado, Pará, Brasil

Fonte de variação	G.L	S.Q.	Q.M	F
Parâmetros (C)	(36)	450,0266		
Parâmetros (R)	3	441,7742		
Redução (H ₀)	33	8,2523	0,2501	0,34 ^{ns}
Resíduo	315	230,5236	0,7318	
Total	351	680,5502		

F_{tab} 1% = 1,72; F_{tab} 5% = 1,47

Quadro 4 – Parâmetros (β_0 e β_1) e coeficiente de determinação (\bar{R}^2) obtidos a partir do ajuste do modelo $LnA = \beta_0 + \beta_1 \times 1/C + \varepsilon$ para todas as distâncias da borda dos talhões (modelo reduzido) e cada uma separadamente (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 e 120m), em plantios de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, na região de Monte Dourado, Pará, Brasil

Distância da borda (m)	β_0	β_1	\bar{R}^2
Todas as distâncias	3,839342**	-8,694877**	0,60
10 m	3,395052**	-7,549209**	0,56
20 m	3,506996**	-6,305913**	0,63
30 m	3,946182**	-8,423703**	0,57
40 m	3,926542**	-8,652301**	0,60
50 m	3,956123**	-8,883226**	0,70
60 m	4,282025**	-10,463800**	0,59
70 m	3,849152**	-9,147445**	0,52
80 m	3,964705**	-9,288242**	0,65
90 m	3,569850**	-8,334411**	0,52
100 m	3,577828**	-7,675851**	0,52
110 m	4,044011**	-10,047635**	0,68
120 m	3,903510**	-9,318869**	0,65

** significativo a 1% de probabilidade;

Quadro 5 – Análise de variância para testar a hipótese de igualdade dos modelos de regressão, considerando a área de terra solta (m²). Região de Monte Dourado, Pará, Brasil

Fonte de variação	G.L	S.Q.	Q.M	F
Parâmetros (C)	(24)	1470,237		
Parâmetros (R)	2	1453,491		
Redução (H ₀)	22	16,746	0,761	0,58 ^{ns}
Resíduo	323	423,021	1,310	
Total	347	1893,258		

F_{tab} 1% = 1,89; F_{tab} 5% = 1,58

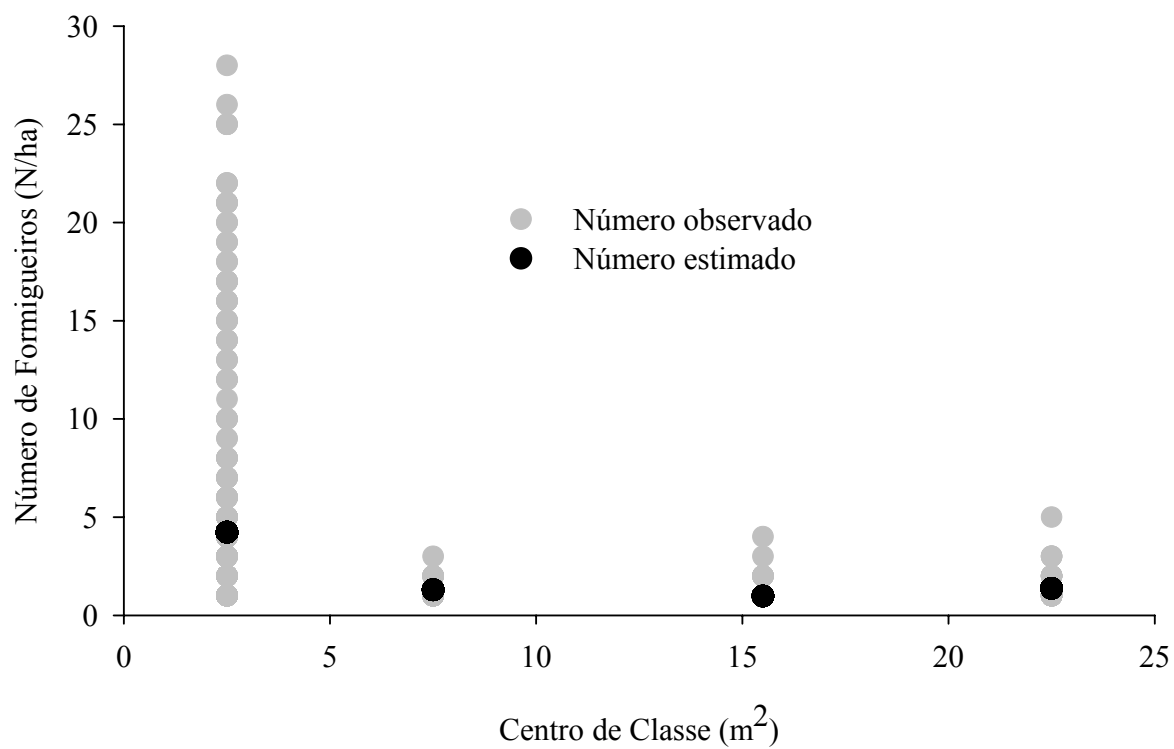


Figura 1 – Números observado e estimado de formigueiros de acordo com o centro de classe, considerando-se todas as distâncias da borda dos talhões de em plantios de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* na região de Monte Dourado, Pará, Brasil.

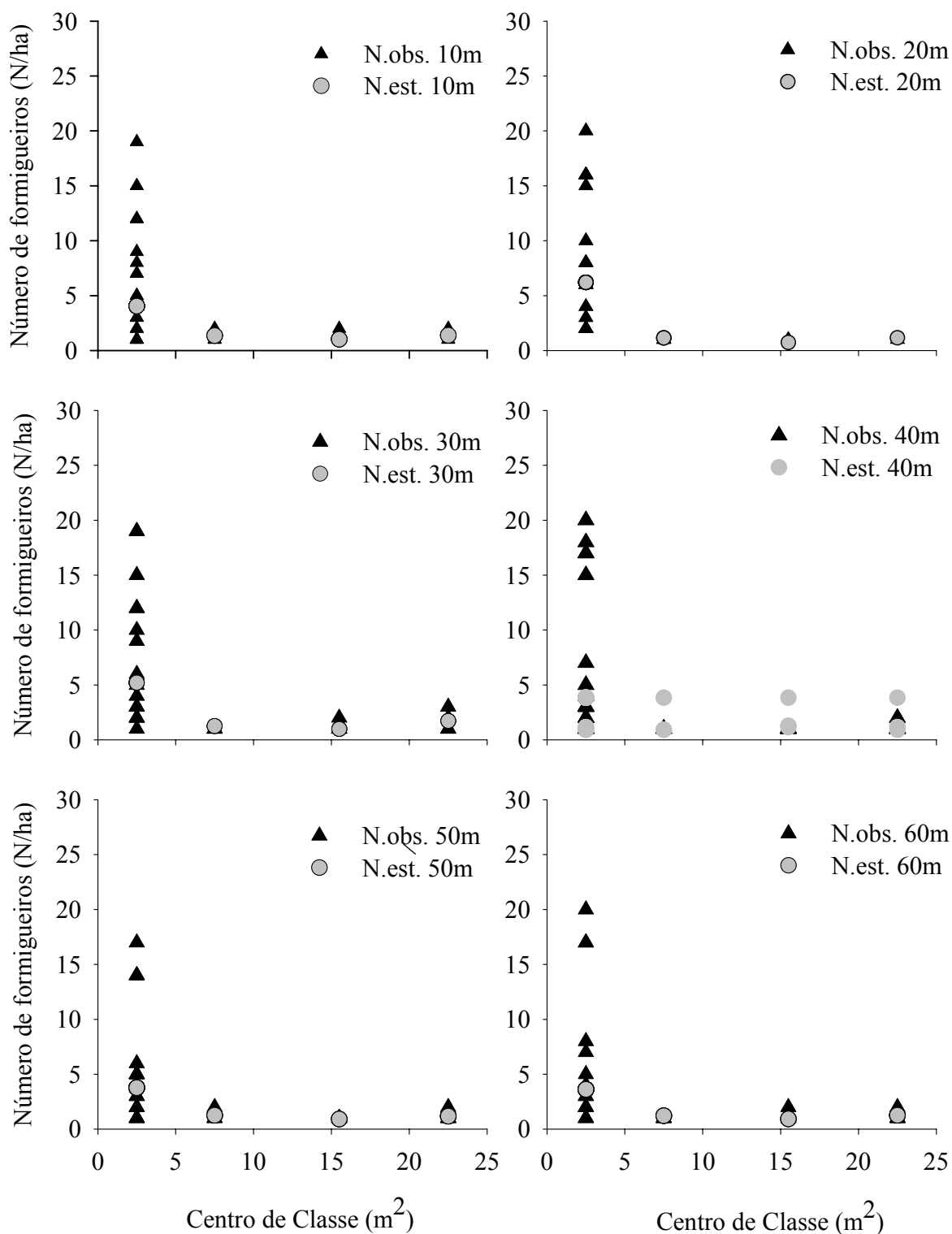


Figura 2 – Números observado (N.obs.) e estimado (N.est.) de formigueiros de acordo com o centro de classe para as distâncias de 10, 20, 30, 40, 50 e 60m da borda de talhões de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* na região de Monte Dourado, Pará, Brasil.

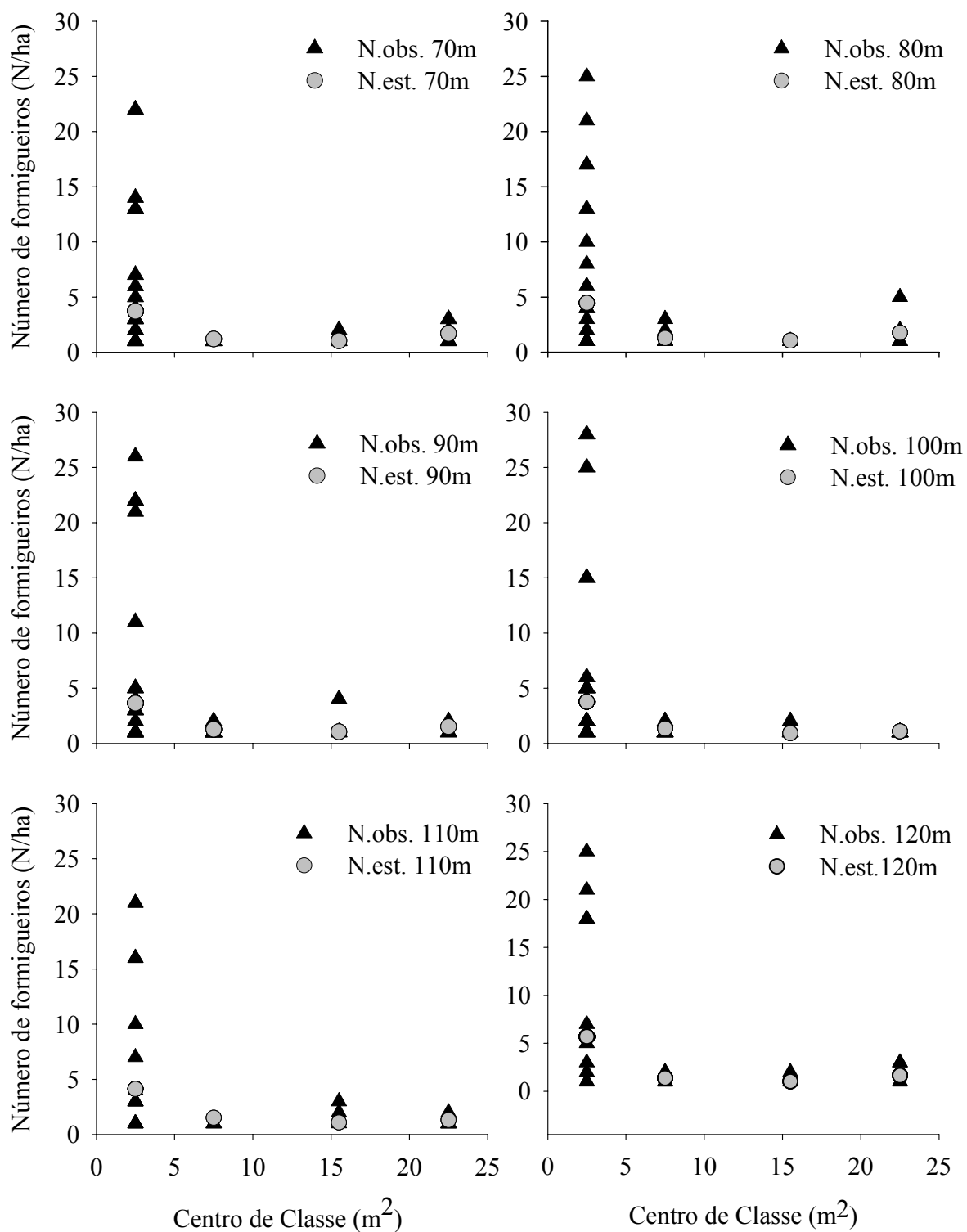


Figura 3 – Números observado (N.obs.) e estimado (N.est.) de formigueiros de acordo com o centro de classe, para as distâncias de 70, 80, 90, 100, 110 e 120 m da borda de talhões de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, na região de Monte Dourado, Pará, Brasil.

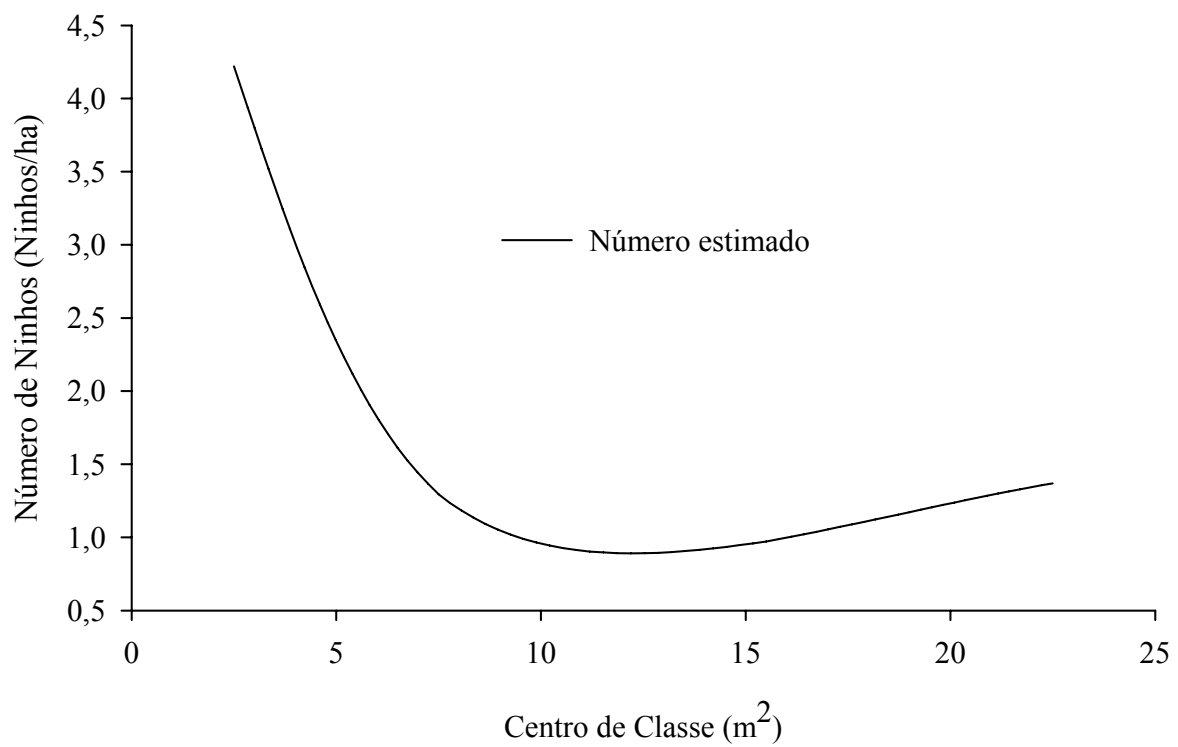


Figura 4 – Número estimado de ninhos de formigas cortadeiras de acordo com o centro de classe, empregando-se o modelo reduzido, na região de Monte Dourado, Pará, Brasil.

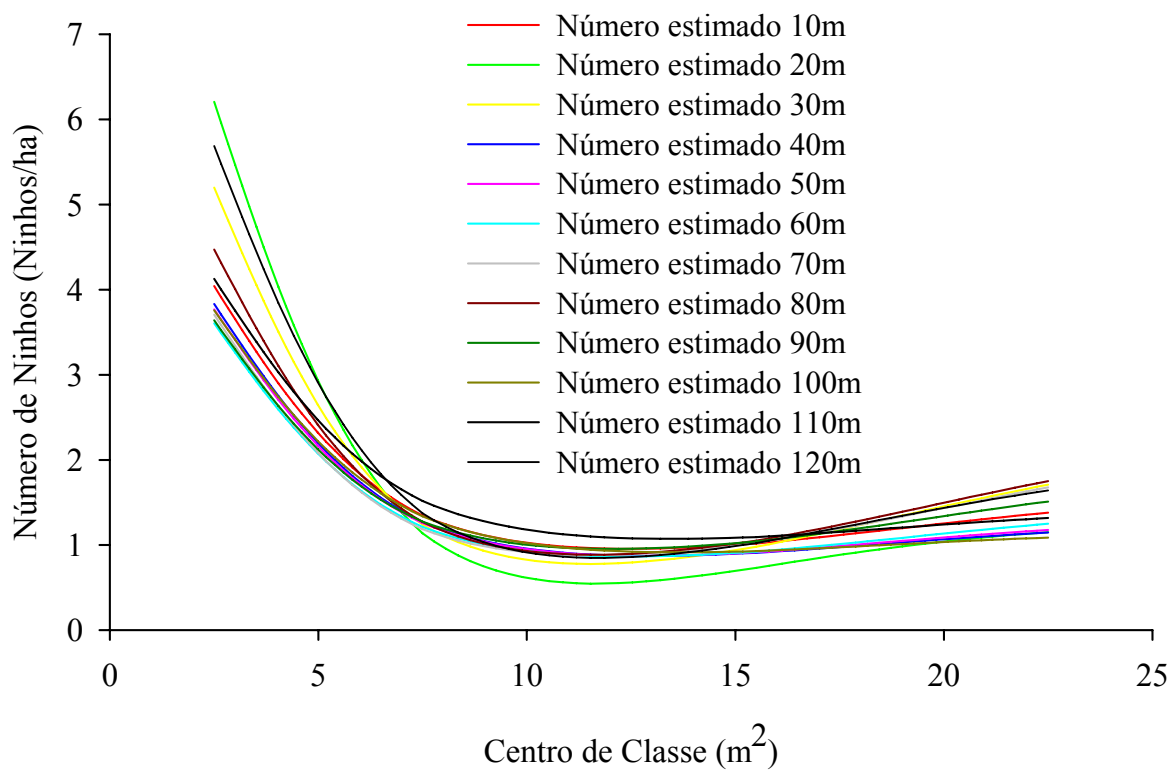


Figura 5 – Números estimados de ninhos de formigas cortadeiras de acordo com o centro de classe, empregando-se o modelo completo, ou seja, ajustando-se uma equação para cada distância da borda estudada, na região de Monte Dourado, Pará, Brasil.

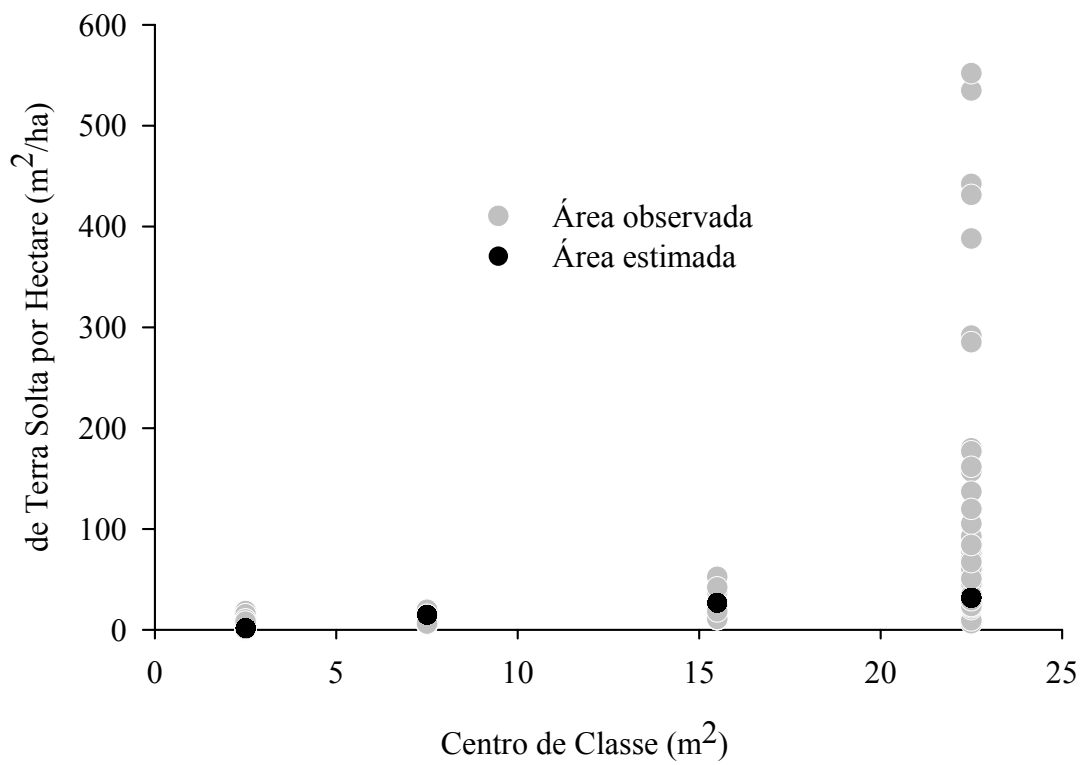


Figura 6 – Áreas de terra solta observada e estimada, de acordo com os centros de classes, considerando-se todas as distâncias da borda dos talhões de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* na região de Monte Dourado, Pará, Brasil.

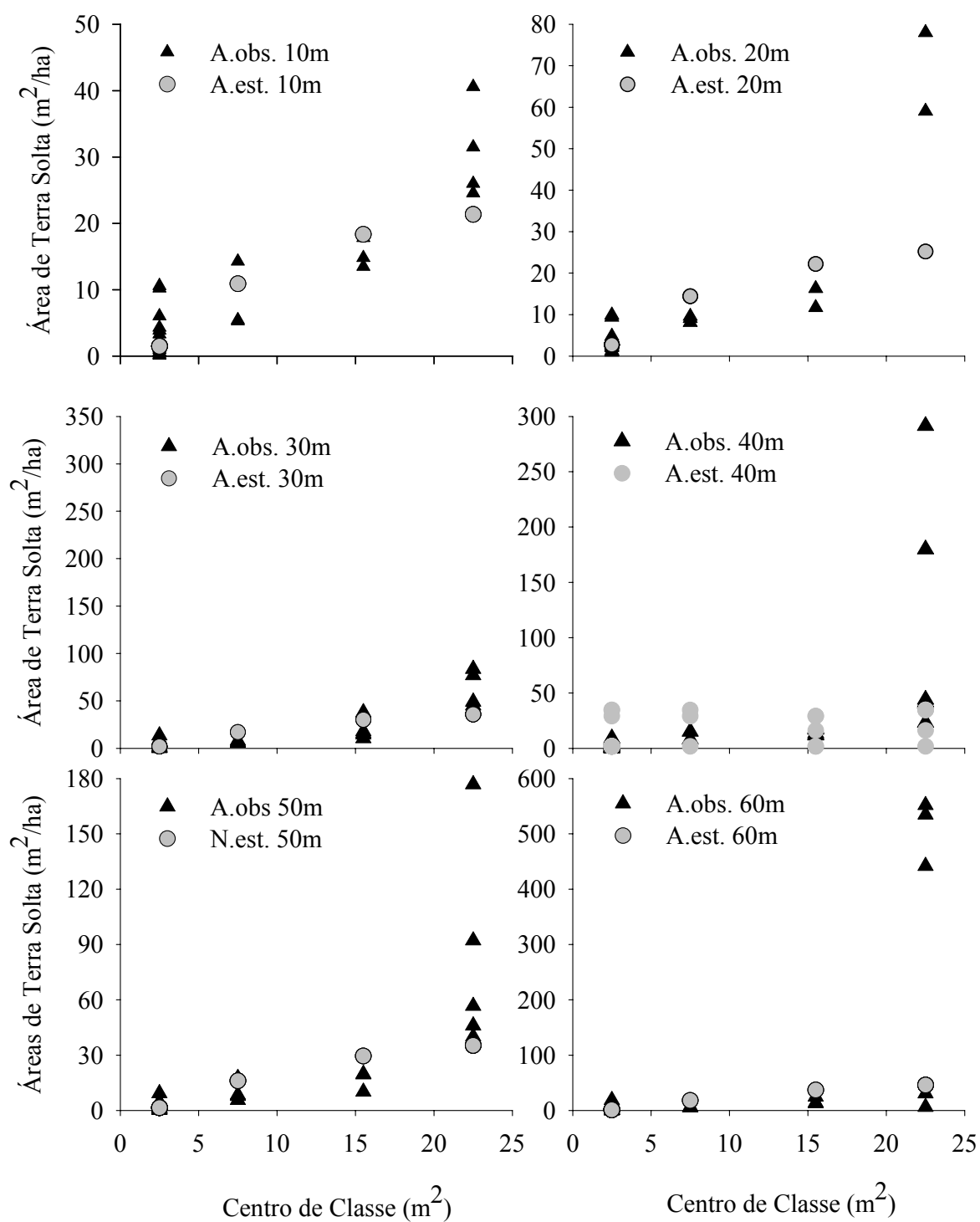


Figura 7 – Áreas de terra solta observada (A.obs.) e estimada (A.est.) de formigueiros de acordo com o centro de classe, para as distâncias de 10, 20, 30, 40, 50 e 60m da borda dos talhões de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* na região de Monte Dourado, Pará, Brasil.

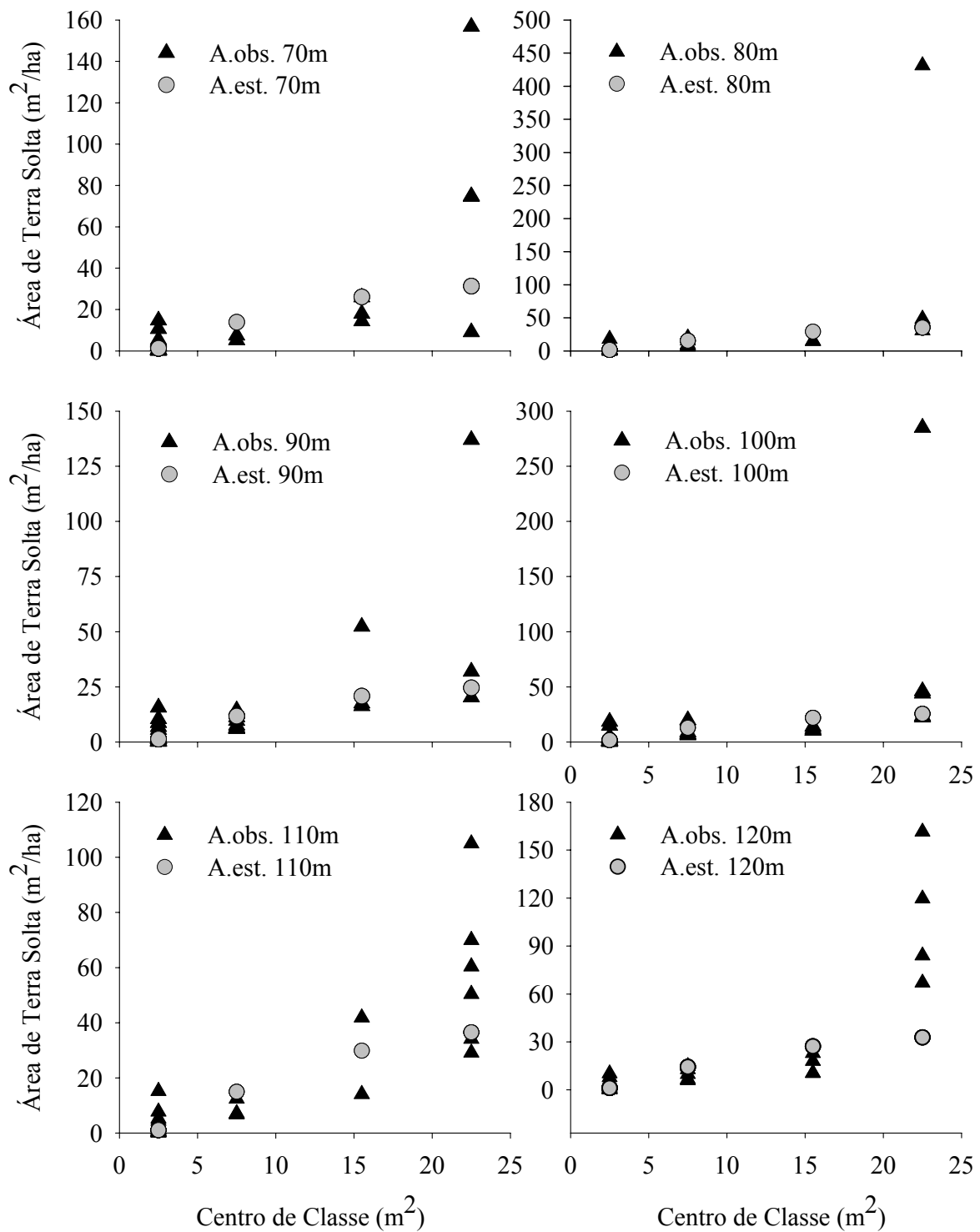


Figura 8 – Áreas de terra solta observada (A.obs.) e estimada (A.est.) de formigueiros, de acordo com o centro de classe, para as distâncias de 70, 80, 90, 100, 110 e 120m da borda dos talhões de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* na região de Monte Dourado, Pará, Brasil.

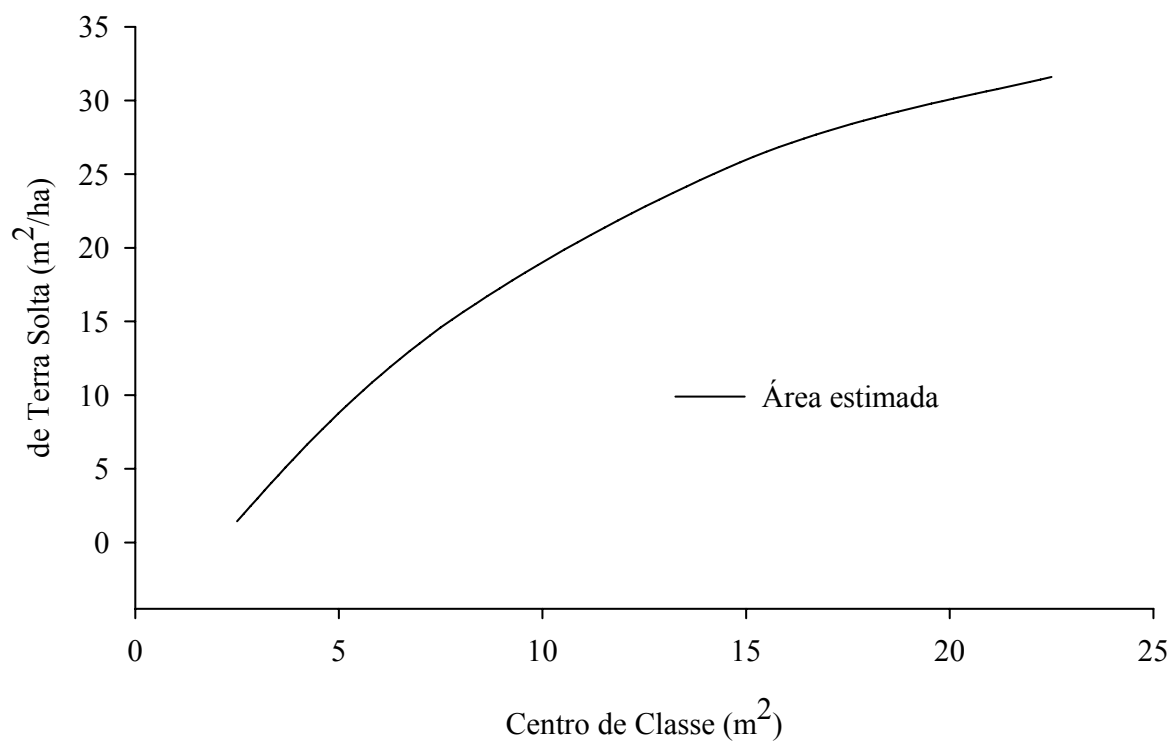


Figura 9 – Área de terra solta estimada de acordo com o centro de classe, empregando-se o modelo reduzido na região de Monte Dourado, Pará, Brasil.

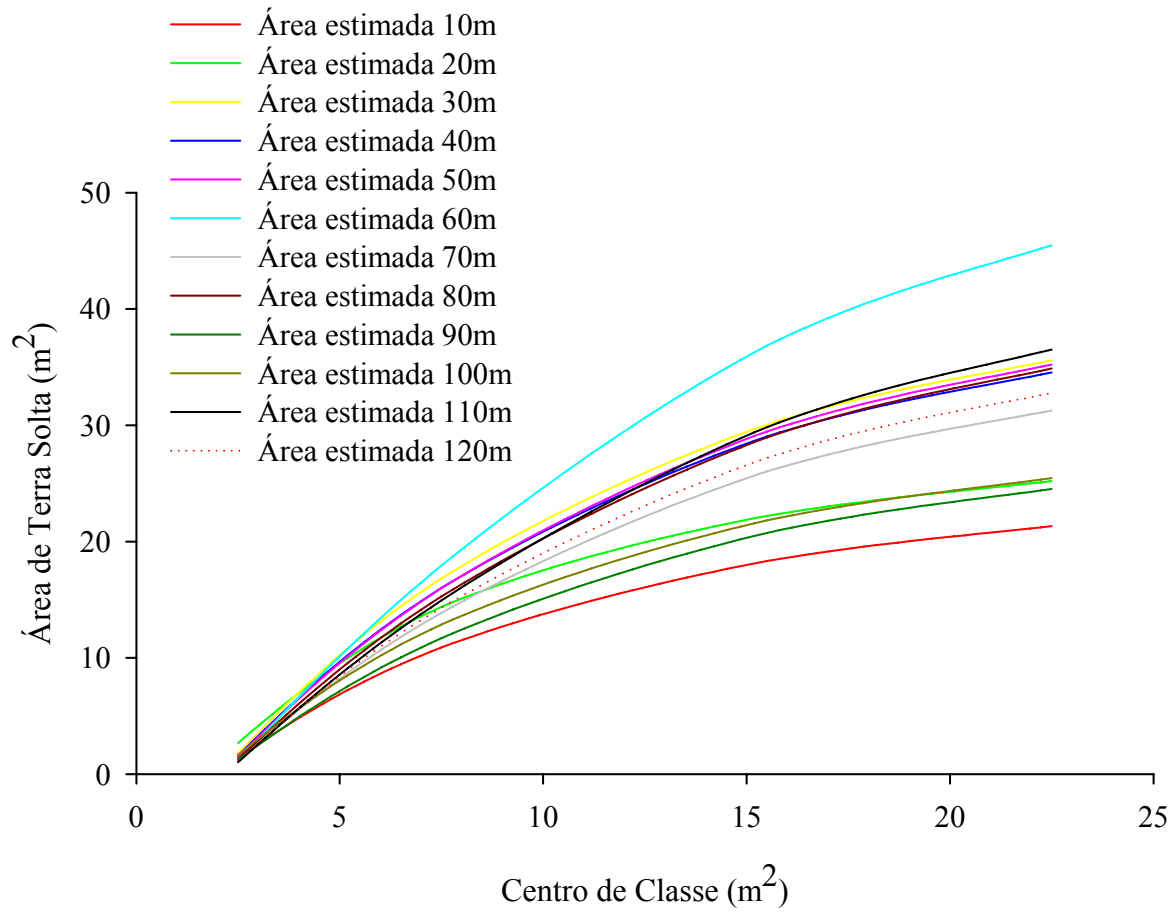


Figura 10 – Áreas estimadas de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras de acordo com o centro de classe, empregando-se o modelo completo, ou seja, ajustando-se uma equação para cada distância da borda estudada na região de Monte Dourado, Pará, Brasil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo do percentual acumulado de ninhos de formigas cortadeiras, realizado em 20 talhões com *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, na região de Monte Dourado, Pará, mostrou maiores concentrações dos mesmos em áreas mais próximas as bordas dos talhões. Além disso, verificou-se expressiva variação nos percentuais de ninhos dessa praga nos primeiros 10 metros a partir da borda, de acordo com o talhão estudado. Isto pode estar relacionado a aspectos como a proximidade dos talhões à áreas com vegetação nativa que, por funcionarem como focos de emissão de indivíduos alados dessa praga, fazem com que determinadas áreas sejam mais infestadas que outras.

A presença de formigueiros com elevada área de terra solta levou a aumentos percentuais expressivos na maior parte dos talhões, impossibilitando afirmar se, nas áreas estudadas, existe maior concentração de áreas de terra solta em determinada distância da borda do talhão.

As diferentes densidades de ninhos e de áreas de terra solta na região de Monte Dourado mostram que o método de controle de formigas cortadeiras utilizado tem trazido resultados distintos de um talhão para outro.

Estudo com procedimento de análise diferenciado (Análise de Identidade de Modelos) mostrou não existir efeito da distância da borda na distribuição de ninhos

de formigas cortadeira e de suas áreas de terra solta. Isto pode ser devido à metodologia de cada um desses procedimentos, pois a Análise de Identidade de Modelos considerou faixas a cada 10 m e o estudo da distribuição de ninhos pelo percentual acumulado não se limitou a distâncias pré-determinadas, obtendo-se concentrações de ninhos em distâncias de até 90 m da borda dos talhões. Além disso, a variação dos percentuais de ninhos de formigas cortadeiras em faixas de 10 m é pouco expressiva. Contudo, faixas sem larguras pré-determinadas, como no estudo de distribuição de ninhos de saúvas e de suas áreas de terra solta pelo percentual acumulado, mostraram que essas diferenças podem ser significativas pelo teste $F(H_0)$. Portanto, o teste de Identidade de Modelos deve ser aplicado considerando-se maiores faixas de distâncias para se comprovar a existência ou não do efeito de borda nessa área.

A Análise de Identidade de Modelos aplicada aos dados de ninhos de formigas cortadeiras e suas áreas de terra solta de plantios de *Eucalyptus* spp. na região de Três Marias, Minas Gerais, mostrou a inexistência de concentrações de ninhos e de área de terra solta, independente da distância da borda avaliada. Contudo, conforme observado para a região de Monte Dourado, Pará, onde métodos de análise distintos geraram resultados com interpretações diferenciadas, é recomendável que novos testes sejam realizados para certificação do resultado obtido a partir do uso da Análise de Identidade de Modelos.

A verificação das baixas densidades de ninhos e da área de terra solta, em todos os centros de classe e distâncias da borda estudadas, mostra que a infestação por formigas cortadeiras vem sendo, satisfatoriamente, controlada na região de Três

Marias e que o sistema de monitoramento dessa região está bem ajustado às características locais.

Os modelos reduzidos gerados para estimar a densidade do número e da área de terra solta de ninhos de formigas cortadeiras devem ser utilizados na região de Três Marias. Além disso, deve-se utilizar as densidades estimadas como subsídio para a tomada de decisão da necessidade ou não de combater formigas cortadeiras nas regiões de Três Marias, Minas Gerais e Monte Dourado, Pará, Brasil.