

MARIANE APARECIDA NICKELE

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL, DANOS E PLANOS DE AMOSTRAGEM DE
Acromyrmex crassispinus (Forel, 1909) (HYMENOPTERA: FORMICIDAE:
MYRMICINAE) EM PLANTIOS DE *Pinus taeda* L. (PINACEAE)**

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Edilson Batista de Oliveira

Co-orientador: Dr. Wilson Reis Filho

CURITIBA

2008

MARIANE APARECIDA NICKELE

“DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL, DANOS E PLANOS DE AMOSTRAGEM DE
Acromyrmex crassispinus (Forel, 1909) (HYMENOPTERA: FORMICIDAE:
MYRMICINAE) EM PLANTIOS DE *Pinus taeda* L. (PINACEAE)”

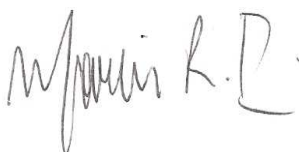
Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de “Mestre em Ciências Biológicas”, no Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



Dr. Edilson Batista de Oliveira (Orientador)
(Embrapa Floresta – Colombo PR)



Prof. Dr. Evôneo Berti Filho
(ESALQ/USP)



Prof. Dr. Márcio Roberto Pie
(UFPR)

Curitiba, 28 de julho de 2008.

*A DEUS,
Pela vida e iluminação.*

AGRADEÇO

*Aos meus pais **JALVIR ANTONIO NICKELE** e
MARIA LEONI NICKELE, pelo amor, carinho e
compreensão.*

*Ao meu noivo **ROSMAR ANTONIO DE CONTO**
pelo amor, apoio, confiança, estímulo e paciência.*

DEDICO

*Ao Dr. **WILSON REIS FILHO** pelos
ensinamentos, incentivo e por ser exemplo de
profissional.*

HOMENAGEM

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela vida e por sempre estar ao meu lado, guiando e iluminando o meu caminho.

Ao meu orientador Dr. Edilson Batista de Oliveira, pela orientação, pelos ensinamentos, colaboração, dedicação, compreensão, apoio e por sua amizade.

Ao meu co-orientador Dr. Wilson Reis Filho, pela orientação, incentivo, apoio, paciência, confiança, pela imensa dedicação e participação em todos os momentos do trabalho, pelo auxílio em todas as amostragens de campo, pelas fotos e principalmente por sua amizade e estímulo à minha formação profissional.

À Universidade Federal do Paraná, ao Programa de Pós-graduação em Entomologia, pela oportunidade de realização do curso, e a todos os professores, pelos ensinamentos e contribuição científica à minha formação.

À Battistella Florestal, pelo financiamento e cessão das áreas de pesquisa, em Rio Negrinho, SC e pela concessão de minha bolsa de estudos, em especial ao Ulisses Ribas e ao Reinaldo Langa, pelo total apoio e confiança em mim depositada. Ao Sidney, Rogério, Vanderlei, Alexandre, Anderson, Acir e a toda equipe de combate à formiga, pelo apoio.

À Rigesa, pelo financiamento e cessão das áreas de pesquisa, em Três Barras, SC, em especial ao Gerson Bridi. Ao Rubens, Janaína, Edson, Adjalma e a toda equipe de combate à formiga, pelo apoio.

À Embrapa Florestas, pelo uso das instalações e equipamentos. Aos pesquisadores da Embrapa Florestas: Dr. Edson Tadeu Iede, pelos valiosos ensinamentos, incentivo, conselhos e amizade; Dra. Susete do Rocio Chiarello Penteado, pela amizade e ensinamentos; Dr. Leonardo Rodrigues Barbosa, pela amizade e apoio; Dr. Itamar Antonio Bognola, pelo auxílio nas análises de solo. Ao técnico da Embrapa Florestas Ivan Jorge da Silva, pela amizade e ajuda na realização de algumas etapas dos experimentos de campo.

À amiga Nádia Caldato, pela amizade e ajuda em todas as avaliações de campo.

Às amigas Amelise Cristine Ferreira e Franciele dos Santos, pela amizade e ajuda em algumas etapas dos experimentos de campo.

Ao amigo Rodrigo Daniel Ribeiro, pela amizade e pelo auxílio nas análises de distribuição espacial.

À Prof. Dra. Ana Paula Protti de Andrade Cruciol, da UNESP – Botucatu, pela identificação das espécies de formigas cortadeiras.

Aos colegas do curso de Pós-graduação em Entomologia, pela amizade, apoio e descontração durante a realização das disciplinas, em especial ao Geovan Henrique Corrêa, Jana Magaly Tesserolli de Souza e Amanda Ciprandi Pires.

Às colegas do Laboratório de Entomologia da Embrapa Florestas, Letícia, Scheila, Joelma, Priscila, Carla, Rosângela e Valéria, pelo apoio e amizade.

Aos meus pais Jalvir Antonio Nickele e Maria Leoni Nickele, por serem exemplo de vida e por sempre estarem ao meu lado, incentivando-me a prosseguir nesta jornada, pelo amor, carinho e compreensão.

Ao meu noivo Rosmar Antonio de Conto, por todo o amor, companheirismo e cumplicidade durante todos esses anos. Por sempre estar ao meu lado nos momentos difíceis, sempre acreditando e apoiando-me na busca de meus ideais.

Às minhas irmãs Mari, Marcela e Bruna, pela confiança, carinho, apoio e por acreditarem em meu potencial.

À minha querida amiga Misleine Boza, pela verdadeira amizade, carinho e apoio.

A todas as pessoas cujos caminhos já cruzaram com os meus e que de alguma forma, me auxiliaram ou incentivaram à minha carreira e a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xi
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Distribuição geográfica e identificação de <i>Acromyrmex crassispinus</i>	3
2.2 Bioecologia de formigas cortadeiras.....	4
2.3 Importância de formigas cortadeiras.....	7
2.4 Densidade e distribuição espacial de formigas cortadeiras.....	10
2.5 Métodos de amostragem de formigas cortadeiras.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Caracterização da Área Experimental.....	16
3.1.1 Área 1 - Rio Negrinho.....	16
3.1.2 Área 2 - Três Barras.....	17
3.2 Instalação e período de avaliação dos experimentos.....	19
3.3 Determinação da densidade e tamanho de formigueiros de <i>Acromyrmex crassispinus</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> de diferentes idades.....	19
3.4 Determinação da distribuição espacial de formigueiros de <i>Acromyrmex crassispinus</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> de diferentes idades.....	20
3.4.1 Índices de dispersão.....	21
3.4.2 Distribuição de probabilidades.....	23
3.5 Avaliação dos danos causados por <i>Acromyrmex crassispinus</i> em <i>Pinus taeda</i>	25
3.5.1 Porcentagem de plantas atacadas por <i>A. crassispinus</i> em plantios de <i>P. taeda</i>	25
3.5.2 Distribuição espacial de plantas de <i>P. taeda</i> atacadas por <i>A. crassispinus</i> em áreas recém-plantadas.....	25
3.5.3 Quantificação dos danos causados por <i>A. crassispinus</i> em <i>P. taeda</i> recém-plantado utilizando-se a desfolha artificial.....	26

3.6	Elaboração de planos de amostragem para o monitoramento de <i>Acromyrmex crassispinus</i> em áreas recém-plantadas de <i>Pinus taeda</i>	27
3.6.1	Determinação do tamanho ótimo de parcelas para amostragem de formigueiros de <i>A. crassispinus</i>	27
3.6.2	Elaboração do plano de amostragem seqüencial para avaliação dos percentuais de ataque de <i>A. crassispinus</i> em plantas de <i>P. taeda</i> recém-plantadas.....	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1	Ocorrência de formigueiros e espécies de <i>Acromyrmex</i> associadas a plantios de <i>Pinus taeda</i> de diferentes idades.....	30
4.2	Densidade e tamanho de formigueiros de <i>Acromyrmex crassispinus</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> de diferentes idades.....	32
4.2.1	Densidade e tamanho de formigueiros em Rio Negrinho, SC.....	32
4.2.2	Densidade e tamanho de formigueiros em Três Barras, SC.....	34
4.3	Distribuição espacial de formigueiros de <i>Acromyrmex crassispinus</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> de diferentes idades.....	41
4.3.1	Índices de dispersão.....	41
4.3.2	Distribuição de probabilidades.....	45
4.4	Avaliação dos danos causados por <i>Acromyrmex crassispinus</i> em <i>Pinus taeda</i>	48
4.4.1	Caracterização do ataque de <i>A. crassispinus</i> em plantio de <i>P. taeda</i>	48
4.4.2	Porcentagem de plantas atacadas por <i>A. crassispinus</i> em plantios de <i>P. taeda</i>	51
4.4.2.1	Porcentagem de plantas atacadas em áreas recém-plantadas em Rio Negrinho, SC.....	51
4.4.2.2	Porcentagem de plantas atacadas em áreas recém-plantadas em Três Barras, SC...	54
4.4.3	Distribuição espacial de plantas de <i>P. taeda</i> atacadas por <i>A. crassispinus</i> em áreas recém-plantadas.....	58
4.4.3.1	Índices de dispersão.....	58
4.4.3.2	Distribuição de probabilidades.....	60
4.4.4	Quantificação dos danos causados por <i>A. crassispinus</i> em <i>P. taeda</i> recém-plantado, utilizando-se a desfolha artificial.....	63
4.5	Planos de amostragem para o monitoramento de <i>Acromyrmex crassispinus</i> em áreas recém-plantadas de <i>Pinus taeda</i>	69

4.5.1 Tamanho ótimo de parcelas para amostragem de formigueiros.....	69
4.5.2 Amostragem seqüencial para avaliação dos percentuais de ataque de <i>A. crassispinus</i>	72
4.5.2.1 Utilização da tabela de amostragem seqüencial.....	75
5. CONCLUSÕES.....	79
REFERÊNCIAS.....	80
ANEXOS.....	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Plantios de <i>Pinus taeda</i> : a) recém-plantado; b) três anos de idade; c) seis anos de idade. Rio Negrinho, SC. Março de 2007 a fevereiro de 2008. Plantios de <i>P. taeda</i> : d) recém-plantado; e) três anos de idade; f) seis anos de idade. Três Barras, SC. Março de 2007 a março de 2008. Fotos: Wilson Reis Filho.....	18
Figura 2 - Operária de <i>Acromyrmex crassispinus</i> . Foto: UFPR: “Projeto <i>Taxon line</i> - Rede Paranaense de Coleções Biológicas”, Departamento de Zoologia.....	31
Figura 3 - Formigueiro de <i>Acromyrmex crassispinus</i> . Foto: Wilson Reis Filho.....	31
Figura 4 - Densidade média de formigueiros de <i>Acromyrmex crassispinus</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> : a) área recém-plantada; b) área com três anos de idade; c) área com seis anos de idade (média de três parcelas por área). Rio Negrinho, SC. Março de 2007 a fevereiro de 2008.....	33
Figura 5 - Frequência de formigueiros de <i>Acromyrmex crassispinus</i> em áreas de <i>Pinus taeda</i> recém-plantada, com três anos de idade e com seis anos de idade, por classe de tamanho: classe I, até 30 cm de diâmetro; classe II, entre 31 e 60 cm e classe III, maior que 61 cm. Rio Negrinho, SC. Março de 2007 a fevereiro de 2008.....	34
Figura 6 - Densidade média de formigueiros de <i>Acromyrmex crassispinus</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> : a) área recém-plantada; b) área com três anos de idade; c) área com seis anos de idade (média de três parcelas por área). Três Barras, SC. Março de 2007 a março de 2008.....	36
Figura 7 - Frequência de formigueiros de <i>Acromyrmex crassispinus</i> , em áreas de <i>Pinus taeda</i> recém-plantada, com três anos de idade e com seis anos de idade, por classe de tamanho: classe I, até 30 cm de diâmetro; classe II, entre 31 e 60 cm; classe III, maior que 61 cm. Três Barras, SC. Março de 2007 a março de 2008.....	37
Figura 8 - Densidade média e intervalo de confiança ($p < 0,05$) de formigueiros de <i>Acromyrmex crassispinus</i> em áreas de <i>Pinus taeda</i> recém-plantada, com três anos e com seis anos de idade. Rio Negrinho e Três Barras, SC. Março de 2007 a março de 2008.....	39
Figura 9 - Ataque de <i>Acromyrmex crassispinus</i> em plantas de <i>Pinus taeda</i> recém-plantadas: a) nível 1: 50% de desfolha; b) nível 2: 75% de desfolha; c) nível 3: 100% de desfolha; d) nível 4: 100% de desfolha, incluindo o corte do meristema apical; e) ataque de <i>A. crassispinus</i> em plantas de <i>P. taeda</i> com um ano de idade; f) ataque de <i>A. crassispinus</i> em plantas de <i>P. taeda</i> com três anos de idade. Fotos: Wilson Reis Filho.....	50

- Figura 10** - Porcentagem média de plantas atacadas por *Acromyrmex crassispinus* na área de *Pinus taeda* recém-plantada, em diferentes níveis de desfolha: nível 1: 50% de desfolha; nível 2: 75% de desfolha; nível 3: 100% de desfolha; e nível 4: 100% de desfolha, incluindo o corte do meristema apical (média de três parcelas). Rio Negrinho, SC. Março de 2007 a fevereiro de 2008..... 53
- Figura 11** - Porcentagem média de plantas mortas por formigas e de plantas mortas por outros fatores, na área de *Pinus taeda* recém-plantada (média de três parcelas). Rio Negrinho, SC. Março de 2007 a fevereiro de 2008..... 54
- Figura 12** - Porcentagem média de plantas atacadas por *Acromyrmex crassispinus* na área de *Pinus taeda* recém-plantada, em diferentes níveis de desfolha: nível 1: 50% de desfolha; nível 2: 75% de desfolha; nível 3: 100% de desfolha; e nível 4: 100% de desfolha, incluindo o corte do meristema apical (média de três parcelas). Três Barras, SC. Abril de 2007 a março de 2008..... 55
- Figura 13:** Porcentagem média de plantas mortas por formigas e de plantas mortas por outros fatores na área de *Pinus taeda* recém-plantada (média de três parcelas). Três Barras, SC. Abril de 2007 a março de 2008..... 56
- Figura 14** - Diâmetro (a), altura (b) e altura da copa (c) média e intervalo de confiança ($p < 0,05$) de *Pinus taeda* aos seis meses de idade do plantio em função dos diferentes níveis de desfolha artificial simulando o ataque de *Acromyrmex crassispinus* em *P. taeda* aos 30 dias de idade: nível 0: testemunha; nível 1: 50% de desfolha; nível 2: 75% de desfolha; nível 3: 100% de desfolha; e nível 4: 100% de desfolha, incluindo o corte do meristema apical. Três Barras, SC. Fevereiro de 2008..... 65
- Figura 15** - Diâmetro (a), altura (b) e altura da copa (c) média e intervalo de confiança ($p < 0,05$) de *Pinus taeda* aos nove meses de idade do plantio em função dos diferentes níveis de desfolha artificial simulando o ataque de *Acromyrmex crassispinus* em *P. taeda* aos 30 dias de idade: nível 0: testemunha; nível 1: 50% de desfolha; nível 2: 75% de desfolha; nível 3: 100% de desfolha; e nível 4: 100% de desfolha, incluindo o corte do meristema apical. Três Barras, SC. Maio de 2008..... 67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização dos solos das áreas de <i>Pinus taeda</i> recém-plantada, com três anos e com seis anos de idade. Rio Negrinho e Três Barras, SC.....	40
Tabela 2 - Índices de dispersão para distribuição espacial de formigueiros de <i>Acromyrmex crassispinus</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> de diferentes idades. Rio Negrinho, SC. Março de 2007 a fevereiro de 2008.....	42
Tabela 3 - Índices de dispersão para distribuição espacial de formigueiros de <i>Acromyrmex crassispinus</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> de diferentes idades. Três Barras, SC. Abril de 2007 a março de 2008.....	44
Tabela 4 - Teste qui-quadrado de aderência das frequências observadas às frequências esperadas pelas distribuições de Poisson, binomial positiva e binomial negativa para formigueiros de <i>Acromyrmex crassispinus</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> de diferentes idades. Rio Negrinho, SC. Março de 2007 a fevereiro de 2008.....	46
Tabela 5 - Teste qui-quadrado de aderência das frequências observadas às frequências esperadas pelas distribuições de Poisson, binomial positiva e binomial negativa para formigueiros de <i>Acromyrmex crassispinus</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> de diferentes idades. Três Barras, SC. Abril de 2007 a março de 2008.....	47
Tabela 6 - Índices de dispersão ou agregação para distribuição espacial de plantas atacadas por <i>Acromyrmex crassispinus</i> na área de <i>Pinus taeda</i> recém-plantada. Rio Negrinho, SC. Março de 2007 a fevereiro de 2008.....	58
Tabela 7 - Índices de dispersão ou agregação para distribuição espacial de plantas atacadas por <i>Acromyrmex crassispinus</i> na área de <i>Pinus taeda</i> recém-plantada. Três Barras, SC; abril de 2007 a março de 2008.....	59
Tabela 8 - Teste qui-quadrado de aderência das frequências observadas às frequências esperadas pelas distribuições de Poisson, binomial positiva e binomial negativa para plantas de <i>Pinus taeda</i> recém-plantadas atacadas por <i>Acromyrmex crassispinus</i> . Rio Negrinho, SC. Março de 2007 a fevereiro de 2008.....	61
Tabela 9 - Teste qui-quadrado de aderência das frequências observadas às frequências esperadas pelas distribuições de Poisson, binomial positiva e binomial negativa para plantas de <i>Pinus taeda</i> recém-plantadas atacadas por <i>Acromyrmex crassispinus</i> . Três Barras, SC; Abril de 2007 a março de 2008.....	62

Tabela 10 - Mortalidade, diâmetro, altura e altura da copa de plantas de <i>Pinus taeda</i> aos seis meses de idade, desfolhado artificialmente aos 30 dias de idade do plantio, para simulação do ataque de <i>Acromyrmex crassispinus</i> em diferentes níveis de desfolha. Três Barras, SC. Fevereiro de 2008.....	63
Tabela 11 - Mortalidade, diâmetro, altura e altura da copa de plantas de <i>Pinus taeda</i> aos nove meses de idade, desfolhado artificialmente aos 30 dias de idade do plantio, para simulação do ataque de <i>Acromyrmex crassispinus</i> em diferentes níveis de desfolha. Três Barras, SC. Maio de 2008.....	66
Tabela 12 - Coeficiente de variação da densidade de formigueiros em função do número de subparcelas, obtidas no levantamento em Rio Negrinho, SC.....	69
Tabela 13 - Número de parcelas de 180 m ² por hectare para amostragem da densidade de formigueiros em função da margem de erro esperada no levantamento em Rio Negrinho, SC.....	70
Tabela 14 - Coeficiente de variação da densidade de formigueiros em função do número de subparcelas, obtidas no levantamento em Três Barras, SC.....	70
Tabela 15 - Número de parcelas de 530 m ² por hectare para amostragem da densidade de formigueiros em função da margem de erro esperada no levantamento em Três Barras, SC.....	71
Tabela 16 - Estimativa do tamanho das amostras (<i>n</i>) em níveis percentuais de erro esperado de 5, 10, 15, 20, 25 e 30% , dentro de um intervalo de confiança de 95%, para os percentuais de ataque de 35 a 1%. Rio Negrinho, SC.....	73
Tabela 17 - Estimativa do tamanho das amostras (<i>n</i>) em níveis percentuais de erro esperado de 5, 10, 15, 20, 25 e 30% , dentro de um intervalo de confiança de 95%, para os percentuais de ataque de 35 a 1%. Três Barras, SC.....	74
Tabela 18 - Amostragem seqüencial para avaliação da porcentagem de ataque de <i>Acromyrmex crassispinus</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> em níveis percentuais de erro esperado de 20%. Rio Negrinho, SC.....	77
Tabela 19 - Amostragem seqüencial para avaliação da porcentagem de ataque de <i>Acromyrmex crassispinus</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> em níveis percentuais de erro esperado de 20%. Três Barras, SC.....	78

RESUMO

Acromyrmex crassispinus é a formiga cortadeira mais comum em plantios de *Pinus* no Sul do Brasil, mas são poucos os trabalhos de pesquisa realizados com essa espécie. O presente estudo teve como objetivos: a) determinar a densidade e a distribuição espacial dos formigueiros, ao longo do ano; b) caracterizar e quantificar os danos causados, bem como determinar a distribuição espacial das plantas atacadas; c) propor planos de amostragem para o monitoramento de *A. crassispinus* em plantios de *P. taeda*. Os experimentos foram realizados em talhões de *P. taeda*, com diferentes idades (tratamentos: recém-plantado, três anos e seis anos de idade), em Rio Negrinho e em Três Barras, SC. Verificou-se que a densidade de formigueiros de *A. crassispinus* foi menor no início do desenvolvimento da floresta e praticamente duplicou nos plantios com três anos de idade, reduzindo quando a floresta estava com seis anos de idade. A maior densidade de formigueiros ocorreu no período de dezembro a abril. No estudo da distribuição espacial dos formigueiros, constatou-se que *A. crassispinus* distribui-se de forma aleatória nos plantios de diferentes idades. Essas formigas causaram prejuízos somente nas áreas recém-plantadas, com as maiores porcentagens de plantas atacadas ocorrendo nos primeiros meses após o plantio. Verificou-se que a porcentagem média de plantas mortas por formigas foi de 4,41% por hectare, em Três Barras e de 7,51% por hectare, em Rio Negrinho. A distribuição espacial de plantas atacadas por formigas foi do tipo agregada. Houve perdas significativas no desenvolvimento de *P. taeda* com diferentes níveis de desfolha, sendo que as perdas foram proporcionais à intensidade de desfolha. Foram confeccionadas tabelas com o número de parcelas de tamanho ideal para a amostragem de formigueiros de *A. crassispinus* e com as estimativas do tamanho das amostras para avaliar os percentuais de ataque dessas formigas em *P. taeda*, para diferentes percentuais de erro esperado.

Palavras-chave: Amostragem, danos, distribuição espacial, formigas cortadeiras, praga florestal.

ABSTRACT

Acromyrmex crassispinus is the most common leaf-cutting-ant in *Pinus* plantations in Southern Brazil, but there is little information on this specie. This study had as objectives: a) to determine the nests' density and spatial distribution, along the year; b) to describe and to quantify the damages that were caused, as well as, as to determine the attacked plants' spatial distribution; c) to propose sampling plans of *A. crassispinus* in *P. taeda* plantations. The experiments were carried out in *P. taeda* plantations, with different ages (treatments: recently-planted, three years and six years old). The study took place in Rio Negrinho and in Três Barras, SC. It was verified that the nests density of *A. crassispinus* were minor in recently-planted areas and practically duplicated in three-year-old plantings, reducing, when the forest was six years old. The largest nests density occurred in the period of December to April. In the study of the nests spatial distribution, it was verified some adjusts to the randomized model, in the plantings of different ages. These ants caused damages in the recently-planted areas, with the largest percentages of attacked plants in the first months after the planting. It was verified that the average percentage of plants killed by ants was of 4,01% per hectare, in Três Barras and of 7,51% per hectare, in Rio Negrinho. The spatial distribution of plants attacked by ants was of the aggregated model. There was a significant reduction in *P. taeda* development with different defoliation levels and the reductions were proportional to the intensity of defoliation. Tables were elaborated with an adequated plots size for the nests sampling and with the size estimates of the samples in order to evaluate the percentual of *A. crassispinus* attack in *P. taeda*, for different expected error rate.

Key-words: Damages, forest pest, leaf-cutting-ants, spatial distribution, sampling.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, há aproximadamente dois milhões de hectares de plantações com diferentes espécies do gênero *Pinus*. Os estados que mais se destacam em áreas plantadas com *Pinus* são Paraná (36,9%), Santa Catarina (28,7%), Rio Grande do Sul (10,1%), Bahia (8,3%) e São Paulo (8,1%). No Sul do país, cerca de 80% das florestas plantadas são constituídas de *Pinus taeda* L., devido à alta produtividade e qualidade da matéria-prima (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 2006).

A condução de planos de desenvolvimento para a ampliação da base florestal com espécies de rápido crescimento contribui para a sustentabilidade dos empreendimentos industriais, como de madeira, papel e celulose, resinagem, movelaria, entre outros, tão importantes para o crescimento sócio-econômico do país (HOEFLICH, 2004).

No entanto, plantios extensos de monoculturas florestais criam ambientes favoráveis ao estabelecimento de insetos, que podem se tornar pragas, pela abundância de um único recurso alimentar e pelas condições adversas à permanência e reprodução de inimigos naturais. Dentre estes insetos, as formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* alcançaram o nível de praga, pela magnitude dos prejuízos que causam aos plantios florestais, já que podem cortar e utilizar ampla faixa de espécies vegetais para o cultivo do fungo que utilizam na alimentação.

De acordo com Boaretto e Forti (1997), as formigas cortadeiras destacam-se como as principais pragas de florestas implantadas de *Pinus* e *Eucalyptus*, especialmente nas fases de pré-corte e imediatamente após o plantio, ou no início da condução de brotação.

A importância destes insetos levou as empresas florestais a formar equipes exclusivas e permanentes para o combate às formigas cortadeiras. Os métodos químicos mais freqüentemente utilizados para seu controle constituem-se de formicidas em pó, termonebulígenos e de iscas granuladas. O uso de iscas granuladas é o mais praticado pelas empresas de reflorestamento de todo o país.

Na Região Sul do Brasil, onde as espécies de *Acromyrmex* constituem um dos principais problemas florestais, ainda são reduzidos os trabalhos de pesquisa com formigas. Embora a literatura seja rica em relatos sobre táticas de controle e prejuízos causados por formigas cortadeiras, há uma carência muito grande de informações sobre diversos aspectos do gênero *Acromyrmex*. A maioria das pesquisas sobre formigas cortadeiras foi realizada com espécies do gênero *Atta*, principalmente na Região Sudeste.

No Planalto Norte Catarinense, por haver poucas informações sobre as espécies de *Acromyrmex*, o controle de formigas cortadeiras, na maioria dos reflorestamentos, tem sido estabelecido de maneira padronizada, não levando em consideração as particularidades da região, as espécies de formigas, nem os níveis de infestação.

A espécie *Acromyrmex crassispinus* (Forel, 1909) é a formiga cortadeira mais comum na Região Sul do Brasil (GONÇALVES, 1961) e nos plantios de *P. taeda* localizados no norte do estado de Santa Catarina (PACHECO *et al.*, 2001; NICKELE *et al.*, 2007). No entanto, são poucos os trabalhos de pesquisa sobre essa espécie em plantios de *Pinus*.

Visando contribuir para o monitoramento e conhecimento do potencial de *A. crassispinus* como praga em plantios de *P. taeda*, o presente estudo teve como objetivos:

- determinar a densidade e a distribuição espacial dos formigueiros, ao longo do ano;
- caracterizar e quantificar os danos causados, bem como determinar a distribuição espacial das plantas atacadas;
- propor planos de amostragem para o monitoramento de *A. crassispinus* em plantios de *P. taeda*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Distribuição geográfica e identificação de *Acromyrmex crassispinus*

A tribo Attini compreende 12 gêneros de formigas cultivadoras de fungo para a alimentação (BOLTON, 1994; FERNÁNDEZ, 2003). Os gêneros *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns) utilizam exclusivamente substratos vegetais para o cultivo do fungo, destacando-se, portanto, como as formigas cortadeiras de importância econômica, pois são nocivas ao sistema agroflorestal, já que podem cortar e utilizar ampla faixa de espécies vegetais que são cultivadas pelo homem (DELLA LUCIA *et al.*, 1993; LIMA *et al.*, 2001). Outras espécies de menor importância econômica pertencem aos gêneros *Mycocepurus*, *Sericomyrmex* e *Trachymyrmex* (ANJOS *et al.*, 1998).

As formigas do gênero *Acromyrmex* podem ser confundidas com aquelas do gênero *Atta*, por cortarem e carregarem folhas para seus ninhos. No entanto, as espécies de *Acromyrmex* são reconhecidas por apresentarem de quatro a cinco pares de espinhos na parte dorsal do tronco, os quais podem ser muito reduzidos no pronoto, em algumas espécies. As saúvas possuem somente três pares. Além disso, as espécies de *Acromyrmex* apresentam no tergo I do gáster, vários tubérculos (exceto em *Acromyrmex striatus* Roger, 1863), os quais não são encontrados em nenhuma das espécies de *Atta* (MAYHÉ-NUNES, 1991).

A aparência externa dos ninhos de *Atta* e *Acromyrmex* serve para diferenciar os dois gêneros e auxilia na identificação das espécies. O exterior do ninho das saúvas é constituído por um monte de terra solta, enquanto que o interior do ninho é composto por várias câmaras resultantes da escavação do solo, denominadas de “panelas”, as quais compõem a sede real do formigueiro. No caso das quenquéns, os ninhos são mais difíceis de serem encontrados, porque são pequenos, geralmente formados por uma só câmara, e a terra solta pode aparecer ou não na superfície do solo. Em algumas espécies, os ninhos são superficialmente cobertos de palha, fragmentos e outros resíduos vegetais, além de terra, enquanto em outras, os ninhos são subterrâneos, sem que se perceba a terra escavada (LIMA *et al.*, 2001; MOREIRA; TONHASCA JUNIOR, 1998).

O gênero *Acromyrmex* conta com 63 espécies nominais, das quais 28 têm ocorrência constatada no Brasil (MAYHÉ-NUNES, 1991). Para o gênero *Atta*, ocorrem no Brasil, 10 espécies e três subespécies (DELLA LUCIA *et al.*, 1993).

O gênero *Acromyrmex* é próprio das Américas. Sua área de distribuição começa na Califórnia (EUA), seguindo pelo México e continuando na América Central e por todos os

países da América do Sul (exceto o Chile), até a Patagônia (Argentina). Ocorre também em Cuba e Trindade (Antilhas) (GONÇALVES, 1961). A maioria das espécies é neotropical (KEMPF, 1972).

Uma das peculiaridades mirmecológicas da região Sul do Brasil, principalmente em reflorestamentos de *Pinus*, é a predominância de formigas cortadeiras pertencentes ao gênero *Acromyrmex* (PACHECO *et al.*, 2001).

A espécie *A. crassispinus* distribuiu-se na Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; MAYHÉ-NUNES, 1991). No Brasil, ocorrem em São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Distrito Federal e Minas Gerais (DELLA LUCIA *et al.*, 1993; GONÇALVES, 1961; MAYHÉ-NUNES, 1991).

São as operárias máximas que apresentam mais evidentes os caracteres utilizados para a identificação das espécies do gênero *Acromyrmex*, principalmente, a proporção e a forma dos espinhos do tórax, o tipo de esculturação tegumentar e a disposição dos tubérculos no gáster (GONÇALVES, 1961).

Segundo Mayhé-Nunes (1991), *A. crassispinus* apresenta os espinhos mesonotais anteriores aproximadamente do tamanho dos pronotais laterais, às vezes um pouco maiores ou menores. Espinhos pronotais inferiores curvados para baixo ou para trás. Tubérculos do tergo I do gáster numerosos e bem desenvolvidos, aguçados e distribuídos ao acaso. Pilosidade fina e semi-ereta no pronoto. Coloração castanho-enegrecida ou negra.

O ninho de *A. crassispinus* é quase sempre superficial, com uma só câmara grande em parte situada em uma escavação rasa, e inteiramente coberta por um monte de folhas secas e de resíduos vegetais que envolvem a cultura de fungo. Entretanto, há ninhos subterrâneos, com um monte de terra saliente sobre a panela ou próximo desta (GONÇALVES, 1961; MAYHÉ-NUNES, 1991).

2.2 Bioecologia de formigas cortadeiras

As formigas são consideradas insetos verdadeiramente sociais (eusociais), pois apresentam as seguintes características: cuidado com a prole, castas reprodutivas, superposição de gerações e divisão de trabalho (WILSON, 1971).

Os formigueiros de *Atta* e *Acromyrmex* apresentam castas permanentes e temporárias. Estas últimas constituem as centenas ou milhares de fêmeas aladas e milhares de machos alados que somente aparecem no interior das colônias em determinadas épocas do ano, vindo à superfície dos ninhos durante a revoada ou vôo nupcial (DELLA LUCIA *et al.*, 1993).

Segundo Hölldobler e Wilson (1990), os machos não desempenham função na colônia que os gerou e apenas recebem alimento de suas irmãs enquanto aguardam o vôo nupcial. A longevidade deles é curta, morrendo logo após o vôo nupcial. As fêmeas aladas apresentam a cabeça, as mandíbulas e o gáster bem desenvolvidos.

O fenômeno da revoada ou vôo nupcial caracteriza-se pela liberação de grande número de formas aladas de machos e fêmeas que voarão e acasalarão no ar (DELLA LUCIA *et al.*, 1993).

Reis Filho e Oliveira (2002) constataram a presença de reprodutores no interior dos ninhos *A. crassispinus* no mês de agosto, sugerindo que a revoada destas formigas ocorre durante a primavera, na região de Três Barras, SC.

Imediatamente após a fecundação, as fêmeas, agora denominadas de rainhas, descem ao solo e se livram de suas asas, com o auxílio da musculatura do tórax e das pernas medianas e procuram locais mais destituídos de vegetação para iniciar a construção de seu ninho (MARICONI, 1970).

A formação de um novo formigueiro esta diretamente relacionada com a capacidade da rainha em iniciar a construção de um canal subterrâneo, que dará origem ao formigueiro. Segundo Autuori (1950), a porcentagem de sobrevivência de colônias iniciais de *Atta* spp. é de apenas 0,05%, devido a vários fatores adversos à rainha durante a escavação do canal inicial. Dentre estes fatores, destaca-se a predação por aves, sapos, lagartos, tatus, insetos como *Canthon* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae) e formigas, tais como *Solenopsis*, *Paratrechina* e *Nonamyrnex*.

Após a escavação do ninho, a rainha regurgita o fungo, que mede um pouco mais que 1 mm, levado com ela em sua cavidade infra-bucal ao deixar a colônia de origem (MARICONI, 1970).

Além dos ovos reprodutivos, as rainhas colocam ovos tróficos, que servem para a sua própria alimentação e da prole inicial. Esses ovos são de casca mole e bem maior que os reprodutivos (MARICONI, 1970).

Em *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908, os ovos reprodutivos são elípticos e brancos, de aproximadamente 0,5 mm, a duração do estágio de ovo é de 22 dias. As larvas são brancas, ápodas, de tegumento mole, alongado e curvo e não possui olhos. O ciclo larval dura 22 dias, passando por quatro estágios, quando se inicia o estágio de semi-pupa. A semi-pupa assemelha-se à larva, exceto pelo corpo contraído e rígido. Sob a cutícula vêem-se as pernas e a cabeça aderidas ao corpo. A pupa é nua e fortemente esculpura na cabeça, sendo branca no início e vai se tornando escura, primeiramente nos olhos e mandíbulas e depois no resto do

corpo, transformando-se em adulto 10 dias após a sua formação. O jovem adulto apresenta coloração marrom mais clara e se alimenta sozinho (DELLA LÚCIA *et al.*, 1993; MARICONI, 1970).

Não existem muitos registros sobre o ciclo de vida de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex*. Diehl-Fleig e Lucchese (1992) relatam que as rainhas de *A. striatus* e *Acromyrmex niger* (F. Smith, 1858), logo após a revoada, perdem suas asas e iniciam a escavação do ninho. Após quatro a seis horas, elas fecham os olheiros. Essas rainhas reabrem os olheiros, saindo para forragear, e posteriormente os obstruem novamente. Em laboratório, as rainhas de *A. striatus* exibiram comportamento de forrageamento e, a partir do terceiro mês, já apresentavam prole (DIEHL-FLEIG; LUCCHESE, 1992). Weber (1967) verificou que a primeira operária de *Acromyrmex octospinosus* (Reich, 1793) emergiu aos 40 dias após a revoada e seu estágio pupal durou de 10 a 12 dias.

As castas permanentes de um ninho abrangem a rainha e também as inúmeras operárias ápteras que se encarregam das diversas tarefas na colônia, sendo que todas as operárias são formigas fêmeas estéreis (DELLA LUCIA *et al.*, 1993).

As operárias apresentam tamanhos variados e desempenham diferentes funções. Nas saúvas a diferenciação morfológica entre as operárias é bem mais visível que nas quenquéns, mas em ninhos de quenquéns existe, nitidamente, um grupo de operárias mínimas que estão mais envolvidas nos cuidados com o fungo, no recolhimento dos ovos do gáster da rainha e nos cuidados com a prole. Outro grupo faz o forrageamento, que envolve exploração e recrutamento para o corte, o corte e o transporte do material vegetal até o ninho, bem como a sua degradação inicial antes da incorporação ao fungo. Atividades de escavação e descarte do lixo, bem como a defesa da colônia, também são desempenhadas por essas operárias (DELLA LUCIA *et al.*, 1993).

Em *Acromyrmex subterraneus bruneus* Forel, 1911, pode-se verificar até quatro tamanhos de operárias, pelas medidas da cápsula cefálica: muito pequena, 0,7-0,8 mm; pequena, 0,9-1,1 mm; média, 1,2-1,6 mm; e grande, 1,7-2,0 mm (FORTI *et al.*, 2004).

Reis Filho e Oliveira (2002) acompanharam a composição das castas de *A. crassispinus* ao longo do ano, no município de Três Barras, SC, e verificaram que a proporção entre as castas estava favorável às operárias 1 e 2 (pequenas), no mês de janeiro. Já nos meses de fevereiro, março e abril esta relação foi favorável às operárias 3 (médias) e maiores, as quais têm a função de forragear.

As formigas cortadeiras são diferentes dos outros formicídeos, porque cultivam e não apenas coletam o alimento necessário à sobrevivência da sua própria colônia. As formigas

carregam fragmentos vegetais para o interior dos ninhos, que servem como substrato para o desenvolvimento do fungo de que se alimentam. Esse fungo vive única e exclusivamente em associação com tais formigas, de modo que, em condições naturais, um organismo não sobrevive sem o outro (ANJOS *et al.*, 1993). O fungo simbiote não é, porém, o único alimento ingerido pelas operárias das formigas cortadeiras. Durante o processo de corte das folhas e o preparo do substrato vegetal para a incorporação ao fungo, as operárias ingerem seiva da planta (LITTLEDYKE; CHERRETT, 1976).

A relação mutualística entre o fungo e as formigas cortadeiras é vista como um dos grandes fatores que permitem à existência de muitas colônias, favorecendo seu desenvolvimento nas áreas em que se instalam (WEBER, 1982). A função do fungo nessa relação é converter grandes quantidades de celulose em carboidratos, possuindo também capacidade de inativar algumas substâncias das plantas que são deletérias às formigas e/ou a ele próprio (LITTLEDYKE; CHERRETT, 1976).

As formigas cortadeiras são insetos seletivos quanto ao corte das plantas, dando preferência pelas partes tenras (CHERRETT, 1968). Segundo Cherrett (1972), as formigas podem cortar partes das plantas ou utilizar porções já desprendidas. O transporte de porções já desprendidas e secas, muitas vezes, serve para a construção do ninho, principalmente em *Acromyrmex coronatus* (Fabricius, 1804) e *A. crassispinus* (FORTI *et al.*, 2006).

Essas formigas são conhecidas pela complexidade das suas preferências, dependentes, em parte, das características físicas da planta. Parâmetros químicos e físicos da vegetação influenciam a aceitação da planta pelas formigas (FOWLER; STILES, 1980).

As formigas cortadeiras, normalmente, são muito ativas durante a noite, mas em locais sombreados e durante períodos frios, a atividade de forrageamento e corte ocorre durante o dia. Elas fazem trilhas por onde transitam durante o corte das plantas. Nas trilhas, as operárias depositam feromônios que atuam na orientação até a fonte de alimento (LIMA *et al.*, 2001).

2.3 Importância de formigas cortadeiras

As formigas cortadeiras, que incluem as saúvas e as quenquéns, são consideradas as pragas mais importantes dos reflorestamentos brasileiros, por causarem prejuízos consideráveis, devido a ataques intensos e constantes às plantas em todas as fases de desenvolvimento (ANJOS *et al.*, 1998). No entanto, a idade das árvores pode influenciar na vulnerabilidade da floresta aos prejuízos causados por essas formigas. Mudanças recém-plantadas

em terrenos infestados por formigas não têm nenhuma chance de sobrevivência, já que são facilmente inutilizadas pelas cortadeiras (DELLA LUCIA *et al.*, 1993).

De acordo com Anjos *et al.* (1998), os danos causados por formigas cortadeiras são maiores em árvores de um a três anos de idade, sendo que na fase inicial do plantio, as perdas por esses insetos podem ser irreversíveis, pela fragilidade das mudas.

Link *et al.* (2001a) verificaram no município de Vargem Bonita, SC, que o potencial médio de danos de *Acromyrmex aspersus* (F. Smith, 1858) foi de quatro mudas de eucalipto por ninho, a cada três dias de inspeção, em áreas onde foi realizado um controle pré-plantio. Já, para a espécie *A. crassispinus*, Link *et al.* (2001b) verificaram um potencial médio de danos, de oito hastes por formigueiro, em rebrota de eucalipto, e de oito mudas de *Pinus* com cerca de três meses de idade, nas mesmas condições da espécie anterior.

Lewis e Norton (1973) relataram que um desfolhamento total em árvores jovens, principalmente na estação de seca, retarda o crescimento das mesmas, enquanto que dois consecutivos podem acarretar a sua morte.

Amante (1967) observou, no Estado de São Paulo, que um único sauveiro adulto, a cada ano, pode matar 5% dos plantios de *Eucalyptus*, com seis anos de idade e 10% dos plantios de *Pinus*, com oito anos de idade.

O efeito de diferentes níveis de desfolha artificial em *Pinus caribaea* Barr, com um ano e quatro meses de idade, para simulação dos danos causados por saúvas, mostrou que *P. caribaea* foi afetado pelas sucessivas desfolhas, apresentando uma redução média de 12% no crescimento em altura e 17,4% no diâmetro, além de 11,7% de mortalidade (RIBEIRO; WOESSNER, 1980).

A produção de madeira em plantios com idades mais avançadas pode ser afetada pela densidade e pelo tamanho dos formigueiros (ZANETTI *et al.*, 2000a). Densidades maiores que 30 formigueiros/ha de *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) em plantios de *P. caribaea*, com 10 anos de idade, na Venezuela, podem reduzir mais de 50% da produção de madeira por hectare (HERNÁNDEZ; JAFFÉ, 1995).

Os prejuízos causados por formigas cortadeiras não se restringem apenas à diminuição de produção, mas também à diminuição da resistência das plantas, deixando-as mais suscetíveis ao ataque de outros insetos e de doenças (FERREIRA, 1989). Além disso, inclui também custos com produtos químicos, mão-de-obra para aplicação e monitoramento (ZANUNCIO *et al.*, 1996).

As formigas cortadeiras causam prejuízos às plantações, em razão do grande número de colônias por área, elevado número de indivíduos por formigueiro, vasta distribuição e pelo combate dispendioso (MARICONI, 1970).

Questões econômicas e ambientais têm obrigado às empresas reflorestadoras e agrícolas a melhorarem o rendimento das técnicas de controle químico e incentivado a experimentação de novas tecnologias e de novos princípios ativos tóxicos para o controle de formigas cortadeiras. Alguns métodos alternativos de controle têm sido constantemente mencionados como o controle cultural, controle mecânico, controle biológico, uso de plantas resistentes e tóxicas e o uso de feromônios. No entanto, até o presente, o controle químico é o único com tecnologia disponível para uso em grande escala (ARAÚJO, 2003).

Apesar da condição de praga dessas formigas em agroecossistemas, não se pode negar os possíveis benefícios que estas podem trazer em determinadas situações ou ambientes. Segundo Moutinho *et al.* (1993), as formigas cortadeiras podem ter impactos positivos sobre a estrutura química e física do solo e potencialmente beneficiar a vegetação, favorecendo o seu crescimento, pois em áreas com ninhos, o solo é menos resistente à penetração das raízes e a matéria orgânica presente nas câmaras de lixo favorece possivelmente um aumento na fertilidade do solo.

Estudos que determinam o limiar de dano econômico para estes insetos são escassos. Algumas tentativas já foram efetuadas para se estabelecer este nível em reflorestamentos com *P. caribaea* e *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Muitos fatores dificultam o estabelecimento do limiar de dano, dentre eles, a presença constante da praga em todas as fases da cultura. Além disto, os métodos de avaliação das populações de formigas e seus efeitos nos plantios atacados apresentam uma série de limitações. Neste caso, citam-se a área de forrageamento para cada colônia, o encontro de formigueiros em número e tamanho que possam causar danos significativos e mensuráveis nas parcelas a serem avaliadas, a dinâmica das populações avaliadas, etc. (ARAÚJO *et al.*, 2003).

Existem ainda muitas dúvidas sobre os danos reais provocados pelas formigas cortadeiras em reflorestamentos, principalmente sobre os danos causados pelas formigas do gênero *Acromyrmex*. De acordo com Boareto e Forti (1997), a importância econômica de saúvas e quenquéns, bem como os esquemas de controle, têm sido estabelecidos de maneira padronizada, desconsiderando-se as particularidades de cada espécie de formiga e das espécies vegetais que compõem a floresta. Certamente, perdas financeiras consideráveis poderiam ser evitadas se o controle fosse baseado em estimativas corretas de dano em cada

região, podendo-se talvez, tolerar certa densidade de formigueiros que não provocassem prejuízos (DELLA LUCIA *et al.*, 1993).

2.4 Densidade e distribuição espacial de formigas cortadeiras

A densidade de colônias de formigas cortadeiras varia muito, dependendo do habitat. Em algumas comunidades a densidade de formigueiros varia pouco de ano para ano, sugerindo que as populações estão próximas da capacidade do habitat (FORTI *et al.*, 1987).

A densidade de formigueiros é maior em áreas cultivadas do que em florestas naturais. Existem fortes indícios de que em áreas perturbadas, onde se incluem as áreas cultivadas, o número de colônias de formigas cortadeiras é maior (FORTI *et al.*, 1987).

Zanetti *et al.* (2000b) verificaram que em talhões de eucalipto margeados por faixas de vegetação nativa apresentaram, em média, 15,7 saueiros por hectare, enquanto os não-margeados apresentaram 17,8. Isto significa que a presença das faixas contribuiu para uma redução de 10,69% na densidade total de saueiros nos talhões à sua margem, quando comparado aos talhões não-margeados pelas faixas.

Almeida *et al.* (1983) verificaram que a densidade de saueiros em talhões de *Eucalyptus* foi 18 vezes menor em áreas com sub-bosque denso do que em áreas sem sub-bosque.

Lima (1991) não encontrou diferenças significativas no número médio de colônias de formigas cortadeiras em áreas de reserva nativa em relação às médias encontradas para as culturas de *Pinus* e *Eucalyptus*. Esse mesmo autor verificou que para o gênero *Acromyrmex*, não ocorrem diferenças significativas no número médio de colônias por hectare em cada cultura estudada, embora tenham ocorrido diferenças entre locais. Ao contrário do gênero *Atta*, que apresentou médias diferenciadas tanto para local como para cultura.

Silva e Schoederer (2006) verificaram que a maior densidade de saueiros foi encontrada em áreas em que o solo era do tipo LATOSSOLO, com 29 ninhos por hectare, seguido por áreas em que o solo era do tipo CAMBISSOLO LATOSSÓLICO, que tiveram 10 ninhos por hectare e por último, em áreas em que o solo era do tipo ARGISSOLO, com sete ninhos por hectare.

Bento *et al.* (1991) encontraram uma correlação positiva entre a densidade de saueiros e solos de baixa fertilidade. As condições de solo mais pobres, tanto em termos de nutrientes como de populações microbianas naturais, propiciaram um meio mais favorável ao

estabelecimento dos saúveiros iniciais, pela ausência tanto de entomopatógenos quanto de possíveis antagonistas ao fungo simbionte das formigas.

A distribuição espacial dos ninhos de formigas cortadeiras refere-se à forma como eles se distribuem no campo. Segundo Doncaster (1981), diversos fatores determinam os locais favoráveis para o estabelecimento de colônias de formigas, controlando a sua distribuição, como por exemplo, a exposição ao sol, umidade, altitude, disponibilidade de alimento e de locais para nidificação.

O conhecimento da distribuição espacial de insetos é fundamental para a utilização de métodos de controle, determinação de danos econômicos, incorporação da dinâmica espacial dentro do modelo populacional e otimização de técnicas de amostragens (CROFT; HOYT, 1983).

Existem basicamente três tipos de distribuições que descrevem os arranjos espaciais ocupados pelos organismos na natureza, podendo ser ao acaso ou aleatória, quando os organismos ocorrem de maneira inteiramente casualizada; agregada ou contagiosa, quando os organismos tendem a se reunir em grupos; e regular ou uniforme, quando os organismos estão uniformemente distribuídos em uma população (BARBOSA, 1992; TAYLOR, 1984).

O primeiro passo a ser tomado quando se almeja o estudo da distribuição de um determinado inseto no espaço, é dividir a área de estudo em várias unidades ou quadrados de mesmo tamanho e, posteriormente, descrever o modelo com uma distribuição de frequências dos indivíduos observados (KUNO, 1991). De acordo com Barbosa (1992), a escolha da unidade amostral adequada e o número de unidades amostrais necessárias devem ser determinados com base em estudos criteriosos e nos conhecimentos biológicos e comportamentais do inseto.

Os principais modelos probabilísticos que descrevem as distribuições espaciais são as distribuições de Poisson, binomial positiva e binomial negativa. A distribuição de Poisson, onde a variância e a média são iguais, descreve a distribuição espacial do tipo aleatória; a distribuição binomial positiva, onde a variância é menor que a média, descreve a distribuição regular; e a distribuição binomial negativa, onde a variância é maior que a média, descreve a distribuição espacial agregada (BARBOSA, 1992; SILVEIRA NETO *et al.*, 1976; TAYLOR, 1984).

Vários índices de agregação ou dispersão são utilizados para medir a disposição espacial de insetos. Entre os índices mais utilizados podem ser citados: Razão variância/média ou índice de dispersão I ; Índice de dispersão de Morisita ($I\delta$); Coeficiente de Green (C_x);

Expoente k da distribuição binomial negativa; Expoente b da lei de Taylor (KUNO, 1991; LI; FITZPATRICK, 1997; TAYLOR, 1984). Rabinovich (1980) recomenda que mais de um índice seja utilizado antes de se emitir uma conclusão a respeito da distribuição espacial de uma determinada espécie de inseto.

Young e Young (1998) afirmam que o padrão de distribuição de uma praga pode variar ao longo do tempo, sendo que no início da colonização na cultura a tendência é se ajustar à série de Poisson (aleatória), evoluindo para uma distribuição binomial negativa (agregada), raramente atingindo a distribuição binomial positiva (regular).

A colonização do habitat e a distribuição dos ninhos de *Acromyrmex landolti fracticornis* Forel, 1909, no Paraguai, apresentam variação com a declividade, umidade do solo e cobertura vegetal. Além disso, outros fatores como a alta densidade de outros invertebrados herbívoros, podem limitar a colonização do habitat após o vôo nupcial das rainhas recém-fecundadas (FOWLER; ROBINSON, 1977).

Os ninhos de *A. sexdens rubropilosa* são, muitas vezes, construídos em áreas limpas, porém, não totalmente expostos ao sol (PEREIRA-da-SILVA, 1975), enquanto que, *A. laevigata*, prefere áreas com maior exposição solar, o que pode ser uma característica dos padrões de distribuição espacial dessas espécies (CLARK; EVANS, 1955).

Estudos mostraram que ninhos de saúvas concentram-se nas bordas dos talhões de eucalipto adulto. Zanuncio *et al.* (2002) verificaram que 29,3% dos ninhos de saúvas em eucaliptais estavam localizados nos primeiros 10 metros da borda do talhão. Sossai *et al.* (2005) verificaram que a maior porcentagem de ninhos de *Atta* spp. estavam localizados a esta mesma distância. Segundo Zanetti (2007), provavelmente isso ocorre pela dificuldade que as rainhas têm de se dirigirem para o centro dos talhões em pleno vôo.

De acordo com Waloff e Blackwith (1962), a distribuição espacial dos formigueiros ocorre normalmente ao acaso em áreas com baixas densidades de ninhos, mas é regular em locais com altas densidades dos mesmos.

Difícilmente os insetos apresentam um padrão uniforme de distribuição, sendo mais comum a formação de agregações em determinados pontos (SILVEIRA NETO *et al.*, 1976), embora, para formigas, o modelo regular de distribuição espacial seja comum (DESLIPPE; SAVOLAINEN, 1995).

2.5 Métodos de amostragem de formigas cortadeiras

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

De acordo com Zanetti (2007), o desenvolvimento de um bom plano de amostragem requer a determinação da distribuição espacial dos ninhos de formigas cortadeiras. Para cada tipo de distribuição, há uma variação na metodologia para estabelecimento do plano de amostragem, em função dos diferentes parâmetros envolvidos (BARBOSA, 1992).

De acordo com Caldeira (2002), para que o levantamento de infestação de pragas em reflorestamentos seja mais eficiente é necessário uma boa precisão experimental. Isso é importante não só para a mensuração real do número de formigueiros como também para a determinação da necessidade de intervenção na área, que tem como benefícios diretos, aumento da lucratividade em função da redução do custo da mão-de-obra e produtos químicos, objetivo de qualquer sistema de manejo de pragas.

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

Os principais métodos de amostragem de formigas cortadeiras incluem o uso de parcelas aleatórias (OLIVEIRA *et al.*, 1993, REIS; ZANETTI, 2005), o uso de transectos (CALDEIRA, 2002; SOSSAI *et al.*, 2005; ZANUNCIO *et al.*, 2004, REIS *et al.* 2005) e o uso da amostragem seqüencial (ZANETTI; MENDONÇA, 2005).

O uso de parcelas aleatórias é o método mais comum para se quantificar a população dos insetos e consiste na marcação de parcelas de tamanho fixo, distribuídas ao acaso ou sistematicamente na área, e na contagem do número de insetos presentes, o que permitirá estimar a densidade da praga na área (ZANETTI, 2007).

Em plantios de eucalipto em Paraopeba, Minas Gerais, o tamanho ótimo de parcelas aleatórias para a amostragem de formigueiros foi estimado em 720 m² (80X9 m), sendo uma parcela a cada 5 hectares (OLIVEIRA *et al.*, 1993). Em Bocaiúva, Minas Gerais, foram estimadas parcelas de 840 m² a cada três ou seis hectares, para um erro esperado de 5% ou 10%, respectivamente (CALDEIRA, 2002). O tamanho ótimo de parcelas aleatórias foi

estimado para a região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais, em 420 m², com intensidade amostral variando entre 5,18% e 9,21%, com erro esperado entre 20 e 15%, respectivamente (REIS; ZANETTI, 2005).

O uso de transectos em faixas é uma das formas de amostragem que consiste na contagem do número de formigueiros em faixas de comprimento igual ao da linha de plantio e largura variando de duas a três entrelinhas, começando em uma das bordas do talhão reflorestado e terminado na outra (ZANUNCIO *et al.*, 2002).

De acordo com Zanetti (2007), deve-se lançar o primeiro transecto no sentido do alinhamento do plantio. À medida que se desloca dentro da parcela, deve-se localizar, medir e contar os formigueiros presentes, além de contar o número de árvores da linha de plantio para poder calcular o comprimento do transecto. Terminada a amostra, desloca-se até a outra parcela, percorrendo a distância pré-determinada.

SOSSAI *et al.* (2005) verificaram que o lançamento de transectos de 9 m de largura, a partir da sétima linha de plantio, representou melhor o censo em eucaliptais no município de Montes Claros, Minas Gerais, pois apresentou maior percentual de formigueiros amostrados (10,3%), seguido por aqueles das linhas oito e seis com, respectivamente, 9,86% e 9,57%, além de não encontrar diferenças estatísticas quando o lançamento dos transectos foi iniciado nas linhas 1, 2, 3, 4, 5, 9 e 10.

O mesmo plano de amostragem foi definido para os eucaliptais de Bocaiúva, Minas Gerais, no entanto concluiu-se que as linhas de plantio 1, 3, 5, 7 ou 9 podem ser utilizadas para o lançamento do primeiro transecto, para estimar a área e a densidade de saueiros. A distância ótima entre os transectos foi de 96 m. (CALDEIRA, 2002).

Plantios de eucalipto no Município de Belo Oriente, Minas Gerais são amostrados com transectos em faixa lançados a cada 96 m, a partir da terceira linha de plantio, com intensidade amostral de 6,25% (REIS *et al.*, 2005).

O lançamento de um transecto de 9 m de largura a cada 120 m distância foi recomendado para monitorar o número e a área de saueiros nos eucaliptais em Montes Claros, Minas Gerais (ZANUNCIO *et al.*, 2004).

A amostragem seqüencial é um método estatístico caracterizado pelo fato do número de observações não ser fixado antes de se conduzir a amostragem. A decisão de terminar a amostragem e tomar uma decisão depende, em cada etapa, dos resultados obtidos até então. Assim, as informações parciais fornecidas pela amostragem são levadas em conta, o que não ocorre com os métodos não seqüenciais. A grande vantagem da amostragem seqüencial

consiste na considerável economia que ela proporciona por evitar uma amostragem excessiva (BARBOSA, 1992).

Zanetti e Mendonça (2005) desenvolveram um plano de amostragem seqüencial em eucaliptais no município de Belo Oriente, Minas Gerais. O tamanho da unidade amostral escolhido foi de 720 m². O número mínimo de unidades amostrais para tomar a decisão de controle foi igual a seis, pois representou o menor erro.

Não se tem conhecimento de estudos, no Brasil, com planos de amostragem para formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex*. Todos os métodos de amostragem desenvolvidos no país foram elaborados para o gênero *Atta*.

Até o momento somente um estudo realizado na Argentina, determinou um método de amostragem para o gênero *Acromyrmex*. Cantarelli *et al.* (2006) determinaram o tamanho ótimo de parcelas para amostragem de *Acromyrmex* spp., em áreas de pré-plantio de *Pinus* spp., sendo este de 700 m² na forma de 10X70 m, com intensidade amostral de 10,5%, representando um erro esperado de 24%.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da Área Experimental

Os experimentos foram realizados em plantios de *Pinus taeda*, com diferentes idades, localizados nos municípios de Rio Negrinho e Três Barras, em Santa Catarina.

Estes municípios estão situados na região bioclimática I de Santa Catarina, localizada no Planalto Norte Catarinense, caracterizada com Florestas Ombrófila Mista e Savanas, com altitude de 600 a 1300 metros, temperatura média anual de 12 a 19°C, mínima absoluta de -12°C, precipitação anual de 1300 a 2400 milímetros e sem déficit hídrico (EMBRAPA, 1988).

3.1.1 Área 1 - Rio Negrinho

Os experimentos foram desenvolvidos em plantios *P. taeda* de propriedade da empresa Battistella Florestal S.A., situada no município de Rio Negrinho, cujas coordenadas geográficas são 26°15'16" de latitude Sul e 49°31'06" de longitude Oeste e altitude de 790 metros acima do nível do mar.

Segundo Köppen, o clima classifica-se como mesotérmico úmido, sem estação seca e com verões frescos, apresentando temperatura média anual de 17°C.

A Battistella Florestal tem como objetivo econômico do seu manejo florestal, a produção de toras de *P. taeda* para o abastecimento do mercado consumidor. O combate à formiga é realizado de maneira sistemática antes do plantio e de maneira localizada após o plantio, principalmente aos 15 e 30 dias após o plantio. A manutenção do sub-bosque é realizada com aplicação de herbicida somente na linha de plantio ou com roçadas ao longo da linha de plantio. É realizada a poda de galhos inferiores para produzir madeira livre de nós, agregando maior valor à madeira.

Foram selecionados três talhões de *P. taeda*, com diferentes idades de plantio (áreas de reforma). Cada idade de plantio correspondeu a um tratamento, classificado da seguinte maneira:

- Tratamento 1 – área de *P. taeda* recém-plantada - plantio realizado em fevereiro de 2007, localizado na fazenda Santa Alice, cujas coordenadas geográficas são Latitude 26°28'48"S e Longitude 49° 30'06"W, onde o solo é do tipo CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico típico (Figura 1a);

- Tratamento 2 - área de *P. taeda* com aproximadamente três anos de idade, localizado na fazenda Santa Alice, cujas coordenadas geográficas são Latitude 26° 27' 51"S e Longitude 49° 32' 17"W, onde o solo é do tipo CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico saprolítico (Figura 1b);
- Tratamento 3 - área de *P. taeda* com aproximadamente seis anos de idade, localizado na fazenda Queimados, cujas coordenadas geográficas são Latitude 26° 23' 24"S e Longitude 49° 33' 26"W, onde o solo é do tipo CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico saprolítico e NEOSSOLO REGOLÍTICO Alumínico húmico (Figura 1c);

Os dados de temperatura e precipitação foram obtidos na estação meteorológica da empresa (Anexo 1).

3.1.2 Área 2 - Três Barras

Os experimentos foram desenvolvidos em plantios de *P. taeda* de propriedade da empresa Meadwestvaco - Rigesa S.A., situada no município de Três Barras, cujas coordenadas geográficas são 26°06'23" de latitude Sul e 50°19'20" de longitude Oeste e altitude de 802 metros acima do nível do mar.

Segundo Köppen, o clima classifica-se como mesotérmico úmido, com verão quente e temperatura média anual de 17,1°C.

A Rigesa tem como objetivo econômico do seu manejo florestal, a produção de papel e celulose para o abastecimento do mercado consumidor. O combate à formiga é realizado de maneira sistemática, antes do plantio e de maneira localizada, após o plantio, principalmente aos 15 e 30 dias após o plantio. A manutenção do sub-bosque é realizada com aplicação de herbicida somente na linha de plantio ou com roçadas ao longo da linha de plantio e não é realizada a poda de galhos nas árvores.

Foram selecionados três talhões de *P. taeda*, com diferentes idades de plantio (áreas de reforma). Cada idade de plantio correspondeu a um tratamento, classificado da seguinte maneira:

- Tratamento 1 – área de *P. taeda* recém-plantada - plantio realizado em março de 2007; localizado na Fazenda Paul, cujas coordenadas geográficas são Latitude 26°10'31"S e Longitude 50°13'18"W, onde o solo é do tipo CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico argissólico (Figura 1d).
- Tratamento 2 - área de *P. taeda* com aproximadamente três anos de idade; localizado na Fazenda Bishop, cujas coordenadas geográficas são Latitude 26°04'28"S e Longitude 50°09'28"W, onde o solo é do tipo NITOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (Figura 1e).

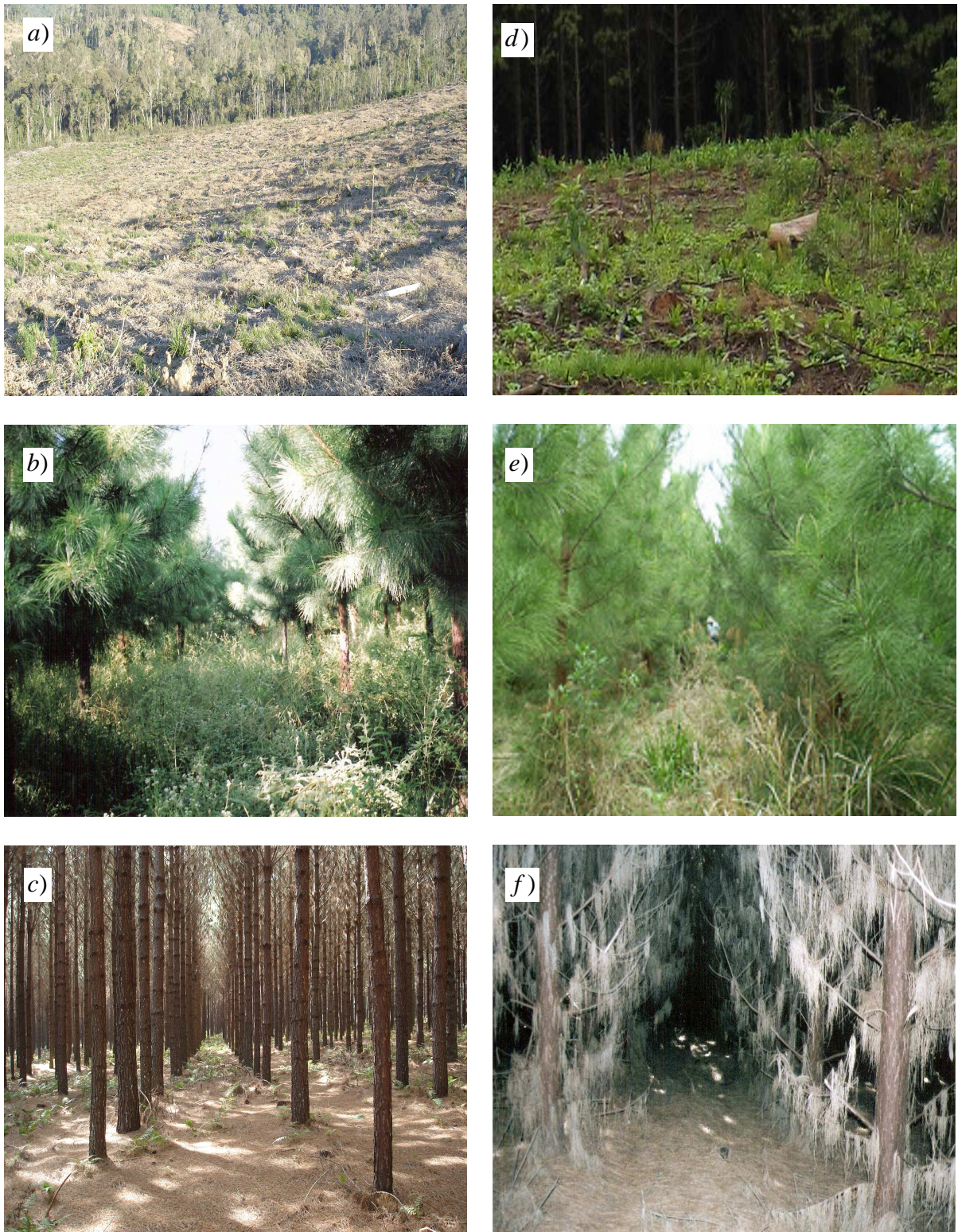


Figura 1 - Plantios de *Pinus taeda*: a) recém-plantado; b) três anos de idade; c) seis anos de idade. Rio Negrinho, SC. Março de 2007 a fevereiro de 2008. Plantios de *P. taeda*: d) recém-plantado; e) três anos de idade; f) seis anos de idade. Três Barras, SC. Março de 2007 a março de 2008. Fotos: Wilson Reis Filho.

- Tratamento 3 - área de *P. taeda* com aproximadamente seis anos de idade; localizado na Fazenda Bugre, cujas coordenadas geográficas são Latitude 26°04'25"S e Longitude 50°12'49"W, onde o solo é do tipo ARGISSOLO BRUNO-ACINZENTADO Alítico típico (Figura 1f).

Os dados de temperatura e precipitação foram obtidos na estação meteorológica da empresa (Anexo 2).

3.2 Instalação e período de avaliação dos experimentos

Para cada tratamento, em cada local, foram delimitadas três parcelas de um hectare cada, com densidade de 1600 plantas/hectare, contendo 40 linhas e 40 plantas/linha.

As parcelas foram demarcadas com quatro piquetes de madeira de 2 m de altura. Na extremidade de cada piquete, foi fixada uma fita amarela de aproximadamente 50 cm de comprimento por 5 cm de largura, para facilitar a localização das mesmas.

Não foi realizado o combate às formigas cortadeiras nas áreas avaliadas.

No tratamento 1 (parcelas denominadas 1.1, 1.2 e 1.3), as avaliações foram realizadas mensalmente, nos primeiros seis meses após o plantio, sendo em seguida avaliados aos nove e 12 meses após o plantio (Rio Negrinho: mar/2007 a ago/2007, nov/2007 e fev/2008; Três Barras: abr/2007 a set/2007, dez/2007 e mar/2008). Nos tratamentos 2 (parcelas 2.1, 2.2 e 2.3) e 3 (parcelas 3.1, 3.2 e 3.3), foram realizadas quatro avaliações no ano, sendo nos meses de mar/2007, jun/2007, set/2007 e dez/2007, nos dois locais.

O talhão recém-plantado, em Rio Negrinho, não apresentava formato retangular, logo, não dispunha de um número homogêneo de linhas de plantio. Neste caso, a terceira parcela do tratamento 1, ficou com formato diferente, ou seja, ficou com 25 linhas e 64 plantas/linha, por esse motivo, optou-se por não utilizá-la para a determinação do tamanho ótimo de parcelas para amostragem de formigueiros. Na análise de distribuição espacial, esta parcela foi subdividida em 65 unidades amostrais.

3.3 Determinação da densidade e tamanho de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades

Para determinar a densidade e o tamanho de formigueiros de *A. crassispinus*, foram realizadas avaliações da área total das parcelas, registrando-se a quantidade destes, em cada um dos tratamentos, nos municípios de Rio Negrinho e Três Barras.

Os formigueiros encontrados foram demarcados, com o auxílio de um piquete de madeira de dois metros de altura. Na extremidade de cada piquete, foi fixada uma fita amarela de aproximadamente 50 cm de comprimento por 5 cm de largura, onde anotou-se um número para cada formigueiro, para facilitar o trabalho nos meses subsequentes.

Todos os formigueiros foram medidos, registrando-se o maior comprimento e a maior largura; no entanto, o comprimento do eixo maior foi considerado como sendo o diâmetro aproximado do ninho, conforme recomendado por Link *et al.* (2001b) e estes foram classificados em três classes de tamanho, sendo: Classe I: com até 30 cm de diâmetro; Classe II: entre 31 e 60 cm; e Classe III: com mais que 61 cm.

Os dados coletados foram analisados e interpretados graficamente. A comparação da densidade de formigueiros entre os diferentes tratamentos, foi realizada pelo teste t de Student e representada graficamente pelas médias e intervalo de confiança ($p < 0,05$).

Foram coletadas 10 operárias máximas de cada formigueiro para identificação da espécie. As formigas foram acondicionadas em frascos contendo álcool 70% e posteriormente montadas e identificadas com auxílio de chaves de identificação propostas por Gonçalves (1961), Mayhé-Nunes (1991) e Forti *et al.* (2006). Para a confirmação da espécie de formiga cortadeira em estudo, alguns exemplares foram encaminhados ao Laboratório de Insetos Sociais, da Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP - Botucatu, SP e identificados pela Dra. Ana Paula Protti de Andrade Cruciol.

3.4 Determinação da distribuição espacial de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades

Para determinar a distribuição espacial de formigueiros de *A. crassispinus* em plantios de *P. taeda* de diferentes idades, em Rio Negrinho e Três Barras, foram realizadas avaliações da área total das parcelas, onde foram localizados e mapeados todos os formigueiros encontrados em cada uma das parcelas amostradas dos tratamentos 1, 2 e 3.

As parcelas foram subdivididas em 64 unidades amostrais de 156,25 m² cada (subparcelas), as quais foram analisadas pelos índices de dispersão, e testados os ajustes às distribuições de probabilidades.

Foram confeccionados mapas, em planilhas do programa Microsoft Office Excel[®], com os dados obtidos após cada avaliação em campo, em Rio Negrinho (Anexo 3) e em Três Barras (Anexo 4).

3.4.1 Índices de dispersão

Foram utilizados os seguintes índices de dispersão para determinar o tipo de distribuição espacial de formigueiros de *A. crassispinus*:

a) Razão variância/média ou índice de dispersão I :

Esse índice é dado por:

$$I = \frac{S^2}{\hat{m}}$$

onde: S^2 = estimativa da variância; \hat{m} = média amostral.

De acordo com Davis (1993), este índice tem como critério de distribuição espacial:

$I = 1$ - Distribuição aleatória ou ao acaso

$I > 1$ - Distribuição agregada

$I < 1$ - Distribuição regular

O afastamento da aleatoriedade foi testado através da expressão:

$$\chi^2 = I(n-1)$$

onde: I = valor do índice de dispersão I ; n = número total de unidades amostrais.

O teste de afastamento da aleatoriedade consiste em rejeitar a aleatoriedade se:

$$\chi^2 = I(n-1) > \chi^2_{(n-1),\alpha}$$

b) Índice de dispersão de Morisita ($I\delta$):

Esse índice é dado por:

$$I\delta = n \frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x}$$

onde: n = número total de unidades amostrais, $\sum x$ = somatório do número de indivíduos nas amostras.

Este índice tem como critério de distribuição espacial, segundo Davis (1993):

$I\delta = 1$ - Distribuição aleatória ou ao acaso

$I\delta > 1$ - Distribuição agregada

$I\delta < 1$ - Distribuição regular

O afastamento da aleatoriedade foi testado através da expressão:

$$\chi^2_{\delta} = I\delta(\sum x - 1) + n - \sum x$$

onde: $I\mathcal{D}$ = valor do índice de dispersão de Morisita; n = número total de unidades amostrais;
 $\sum x$ = somatório do número de indivíduos nas amostras.

O teste de afastamento da aleatoriedade consiste em rejeitar a aleatoriedade se:

$$\chi^2_{\delta} > \chi^2_{(N-1gl),\alpha}$$

c) Expoente k da distribuição binomial negativa:

Este parâmetro foi calculado pelos métodos dos momentos e da máxima verossimilhança. A estimativa de k pelo método dos momentos foi obtida de acordo com Anscombe (1949), igualando-se os dois primeiros momentos da distribuição às suas estimativas amostrais, resultando na seguinte expressão:

$$\hat{k} = \frac{\hat{m}^2}{S^2 - \hat{m}}$$

onde: S^2 = estimativa da variância; \hat{m} = média amostral.

A estimativa pelo método da máxima verossimilhança foi calculada de acordo com Bliss e Fisher (1953) e obteve-se o valor de k, que iguala os dois membros da equação através da expressão:

$$n \cdot \ln \left(1 + \frac{\hat{m}}{\hat{k}} \right) = \sum_{x=0}^{\infty} \left(\frac{A_x}{\hat{k} + x} \right)$$

onde: n = número total de unidades amostrais; \ln = logaritmo neperiano; \hat{m} = média amostral;

\hat{k} = estimativa de k; A_x = soma das freqüências de valores maiores que x.

Este coeficiente tem como critério de distribuição espacial:

$\hat{k} < 2$ e positivo - Distribuição altamente agregada

\hat{k} de 2 a 8 - Distribuição moderadamente agregada

$\hat{k} > 8$ - Distribuição aleatória ou ao acaso

$\hat{k} < 0$ - Distribuição regular

d) Coeficiente de Green (C_x):

Esse coeficiente é dado por:

$$C_x = \frac{(S^2 - \hat{m})^{-1}}{\sum x - 1}$$

onde: S^2 = estimativa da variância; \hat{m} = média amostral; $\sum x$ = somatório do número de indivíduos nas amostras.

Este coeficiente tem como critério de distribuição espacial, de acordo com Davis (1993):

$C_x = 0$ - Distribuição aleatória ou ao acaso

$C_x > 0$ - Distribuição agregada

$C_x < 0$ - Distribuição regular

O afastamento da aleatoriedade foi testado através da expressão:

$$C_{x(1-\alpha)} = [\chi^2_{(1-\alpha)} / (n-1)] (n \cdot \hat{m} - 1)$$

onde: $\chi^2_{(1-\alpha)}$ = valor do qui-quadrado com n-1 graus de liberdade e um nível α de significância; n = número total de unidades amostrais; \hat{m} = média amostral.

Quando C_x é superior ao valor de $C_{x(1-\alpha)}$, rejeita-se a aleatoriedade.

3.4.2 Distribuição de probabilidades

Foram testados os ajustes às distribuições de Poisson, binomial positiva e binomial negativa aos dados do número de formigueiros de *A. crassispinus* para cada amostragem, através das seguintes expressões conforme Davis (1993) e Krebs (1989).

a) Distribuição de Poisson:

A probabilidade de encontrar $x = 0$ foi calculada pela seguinte expressão:

$$P(0) = e^{-\hat{m}}$$

e de $x = 1, 2, 3, \dots, \alpha$, foi utilizada a seguinte expressão:

$$P(x) = \frac{\hat{m}}{x} \cdot P(x-1)$$

onde: $P(x)$ = probabilidade de encontrar x indivíduos em uma unidade amostral; e = base do logaritmo neperiano (2,718282...); \hat{m} = média amostral.

b) Distribuição binomial positiva:

A distribuição binomial positiva foi calculada pela expressão abaixo:

$$P(x) = \frac{k!}{x!(k-x)!} \cdot p^x \cdot q^{(k-x)}$$

onde: k = número inteiro e positivo; x = número de vezes que o evento ocorre.

A probabilidade de encontrar $x = 0$ foi calculada pela expressão: $P(0) = q^k$

e de $x = 1, 2, 3, \dots, \alpha$, foi utilizada a seguinte expressão:

$$P(x) = \frac{p}{q} \cdot \frac{(k-x+1)}{x} \cdot P(x-1)$$

onde: p = probabilidade que um indivíduo tem de ocupar a área; q = probabilidade contrária; k = número máximo de plantas que a unidade amostral poderá conter.

c) Distribuição binomial negativa:

A probabilidade de encontrar $x = 0$ foi calculada utilizando-se a expressão:

$$P(0) = \left(1 + \frac{\hat{m}}{\hat{k}}\right)^{-\hat{k}}$$

e de $x = 1, 2, 3, \dots, \alpha$, foi utilizada a seguinte expressão:

$$P(x) = \frac{(\hat{k} + x - 1)}{x} \cdot \left(\frac{\hat{m}}{\hat{m} + \hat{k}}\right) \cdot P(x-1)$$

onde: \hat{k} = expoente k obtido pelo método da máxima verossimilhança; x = número de vezes que o evento ocorre; \hat{m} = média amostral.

As frequências esperadas, nestes três modelos de distribuição de probabilidades, foram calculadas multiplicando-se as probabilidades correspondentes ($P(x)$) pelo número total de unidades amostrais, sendo esse número igual a 64 para o presente estudo (Krebs, 1989).

Para testar o ajuste dos dados a cada uma das distribuições de probabilidade, foi utilizado o teste de aderência do qui-quadrado (χ^2) que é dado pela seguinte expressão:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{N_c} \frac{(FO_i - FE_i)^2}{FE_i}$$

onde: N_c = número de classes da distribuição de frequências; FO_i = frequência observada na i -ésima classe; FE_i = frequência esperada na i -ésima classe.

O número de graus de liberdade associado à estatística χ^2 é dado por:

$$G.L = N_c - N_p - 1$$

onde: N_c = número de classes da distribuição de frequências; N_p = número de parâmetros estimados na amostra.

O valor do qui-quadrado calculado foi comparado com o valor do qui-quadrado tabelado com $n-1$ graus de liberdade e um nível $\alpha = 0,05$ de significância. Se o valor calculado for igual ou superior ao tabelado, rejeita-se o ajuste à distribuição estudada (Krebs, 1989), ou seja, quando o resultado do qui-quadrado não é significativo, indica que a população segue a distribuição em estudo.

3.5 Avaliação dos danos causados por *Acromyrmex crassispinus* em *Pinus taeda*

3.5.1 Porcentagem de plantas atacadas por *A. crassispinus* em plantios de *P. taeda*

Nos talhões recém-plantados foram avaliadas todas as plantas (censo) das três parcelas, onde se registrou o número de plantas que estavam atacadas pelas formigas, nos municípios de Rio Negrinho e Três Barras.

Com base em uma avaliação preliminar nas áreas de estudo, estabeleceu-se uma classificação, baseada em níveis de desfolha provocados por *A. crassispinus* em *P. taeda* recém-plantado, sendo:

- nível 1: 50% de desfolha;
- nível 2: 75% de desfolha;
- nível 3: 100% de desfolha;
- nível 4: 100% de desfolha, incluindo o corte do meristema apical.

Além da porcentagem de plantas atacadas, em cada nível de desfolha, foram registradas, nas áreas recém-plantadas, a porcentagem de plantas mortas por ataque de formigas e a porcentagem de plantas mortas por outros fatores (seca, estresse pós-plantio, qualidade da muda, etc).

Foram realizados censos de plantas atacadas por formigas nos plantios com três anos de idade, nos dois locais de estudo, antes da instalação dos experimentos nas áreas recém-plantadas (nov/2006 a abr/2007).

3.5.2 Distribuição espacial de plantas de *P. taeda* atacadas por *A. crassispinus* em áreas recém-plantadas

Foram avaliadas e mapeadas todas as plantas (censo), observando-se e registrando-se a presença de plantas atacadas em cada uma das parcelas do tratamento 1.

Foram confeccionados mapas em planilhas do programa Microsoft Office Excel® com os dados mensais obtidos em cada avaliação no campo, em Rio Negrinho (Anexo 3) e em Três Barras (Anexo 4).

As parcelas foram subdivididas em 64 unidades amostrais de 156,25 m² cada (subparcelas), e foram analisadas pelos mesmos índices de dispersão utilizados para determinar a distribuição espacial dos formigueiros (descritos no item 3.4.1).

Foram testados também os ajustes às distribuições de Poisson, binomial positiva e binomial negativa (descritos no item 3.4.2).

3.5.3 Quantificação dos danos causados por *A. crassispinus* em *P. taeda* recém-plantado utilizando-se a desfolha artificial

Foi instalado um experimento de desfolha artificial em uma área de *P. taeda* recém-plantado (plantio de agosto de 2007), no município de Três Barras, SC, simulando o ataque de *A. crassispinus*, para avaliar quais dos níveis de desfolha descritos anteriormente, provocam danos em *P. taeda*. Na instalação do experimento (set/07) as plantas tinham 30 dias de idade.

A desfolha artificial foi realizada em 20 plantas para cada nível de desfolha. Foram selecionadas, também, 20 plantas que não sofreram desfolha, como testemunha (nível zero).

Cada planta foi numerada e identificada com o nível de desfolha realizado (tratamentos), utilizando-se tubos de PVC de 50 cm de altura por uma polegada de diâmetro, fixados ao lado da planta. As plantas de um mesmo nível de desfolha distanciavam entre si, no máximo cinco plantas dentro da mesma linha de plantio. O desfolhamento foi efetuado por meio de tesouras de poda.

Quando o plantio completou seis meses (fev/2008) e nove meses de idade (maio/2008), foi medido o diâmetro de colo das plantas, com um paquímetro de 30 centímetros, além da altura das plantas e a altura da copa das plantas, as quais foram medidas com uma régua de madeira de 2 metros.

Os dados foram tabulados e os resultados analisados pela análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey ($p < 0,05$) através do programa STATISTICA 7.0 StatSoft, Inc. (2004).

3.6 Elaboração de planos de amostragem para o monitoramento de *Acromyrmex crassispinus* em áreas recém-plantadas de *Pinus taeda*

3.6.1 Determinação do tamanho ótimo de parcelas para amostragem de formigueiros de *A. crassispinus*

Calculou-se o tamanho ótimo de parcelas para amostragem de formigueiros pelo método da curvatura máxima de Lessman e Atkins (1963). Inicialmente, calcularam-se as médias e as variâncias da densidade de formigueiros, considerando-se todas as subparcelas de 156,25 m² amostradas nas áreas recém-plantadas para cada avaliação realizada no tratamento 1, nos municípios de Rio Negrinho (128 subparcelas = unidades amostrais) e Três Barras (192 subparcelas = unidades amostrais).

Posteriormente, dividiu-se o total de subparcelas ao meio consecutivamente, até restarem conjuntos de número mínimo de duas subparcelas. A cada divisão, determinaram-se as médias e as variâncias da densidade de formigueiros de cada conjunto de parcelas resultante. Com esses dados, determinou-se o coeficiente de variação de cada conjunto de parcelas pela fórmula:

$$CV = \frac{\sqrt{s^2}}{\hat{m}}, \text{ onde:}$$

CV = coeficiente de variação; s² = variância dos conjuntos de parcelas; \hat{m} = média dos conjuntos de parcelas.

Em seguida, calculou-se a área (ha) de cada conjunto de parcelas, multiplicando-se o número de parcelas de cada um pela área das subparcelas (156,25 m²). Com esses dados, gerou-se a equação de regressão do coeficiente de variação em função do tamanho da amostra (ha) para a densidade de formigueiros, por meio da fórmula:

$$CV = \frac{a}{y^b}, \text{ onde:}$$

CV = Coeficiente de variação; a e b = coeficientes da regressão; y = tamanho da amostra.

Com os coeficientes da regressão obtidos, calculou-se o tamanho ótimo da parcela pelo método de Lessman e Atkins (1963), utilizando a expressão apresentada por Chaves (1985):

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

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

Estimou-se a intensidade amostral (n) para a densidade de formigueiros, em níveis percentuais de erro esperado de 1, 5, 10, 15, 20, 25 e 30%, dentro de um intervalo de confiança de 95%, pela expressão:

$$n = \left(\frac{t_{(\alpha/2) \cdot S}}{\varepsilon \cdot \hat{m}} \right)^2, \text{ onde:}$$

$t_{\alpha/2}$ = valor tabelado pela distribuição t em função do nível α de 5% de erro e ($n = \infty$) graus de liberdade; s = desvio padrão dos ninhos do conjunto de parcelas de tamanho ótimo; \hat{m} = média da amostra total dos ninhos do conjunto de parcelas de tamanho ótimo; ε = erro esperado.

Esse procedimento foi repetido para cada avaliação mensal realizada nos dois municípios. Estabeleceu-se o maior valor de N obtido como sendo o tamanho ótimo de parcelas para amostragem de formigueiros.

3.6.2 Elaboração do plano de amostragem seqüencial para avaliação dos percentuais de ataque de *A. crassispinus* em plantas de *P. taeda* recém-plantadas

Foi desenvolvida uma metodologia amostral para avaliar os percentuais de plantas de *P. taeda* recém-plantadas atacadas por *A. crassispinus* em Rio Negrinho e em Três Barras.

Procurou-se definir um método de amostragem que priorizasse o baixo custo e ao mesmo tempo oferecesse uma boa precisão dos resultados. Assim, a amostragem seqüencial foi considerada a alternativa mais viável, por não apresentar um tamanho fixo de amostra, mas sim, tamanhos variáveis, que são definidos em função de resultados obtidos durante os levantamentos amostrais.

De acordo com Barbosa (2001), o primeiro passo para se encontrar o tamanho da amostra para um determinado grau de precisão é decidir quanto de erro (D) pode ser tolerado na estimativa populacional. O tamanho da amostra no caso geral é dado por:

$$n = \frac{t^2 s^2}{D^2 \bar{x}^2}, \text{ onde:}$$

n = tamanho da amostra; t = valor encontrado para a distribuição t de Student com ($n-1$) graus de liberdade, ao nível α de probabilidade; s^2 = estimativa da variância; D = erro tolerável; \bar{x} = estimativa do percentual de plantas atacadas.

Para dados que seguem a distribuição de Poisson, a expressão é a seguinte:

$$n = \frac{t^2}{D^2 \bar{x}}, \text{ onde:}$$

n = tamanho da amostra; t = valor encontrado para a distribuição t de Student com $(n-1)$ graus de liberdade, ao nível α de probabilidade; D = erro tolerável; \bar{x} = estimativa do percentual de plantas atacadas.

Quando a distribuição binomial negativa é o modelo mais adequado para os dados, a expressão é a seguinte:

$$n = \frac{t^2}{D^2} \left(\frac{1}{\bar{x}} + \frac{1}{k} \right), \text{ onde:}$$

n = tamanho da amostra; t = valor encontrado para a distribuição t de Student com $(n-1)$ graus de liberdade, ao nível α de probabilidade; D = erro tolerável; \bar{x} = estimativa do percentual de plantas atacadas; k = índice K_c (k comum) calculado pelo método proposto por Bliss e Owen (1958), ou seja:

$$\frac{1}{k_c} = \frac{\sum_i w_i x_i' y_i'}{\sum_i w_i x_i'^2}, \text{ onde:}$$

n_i = tamanho da amostra; s_i^2 = variância amostral; \hat{m}_i = média estimada; $x_i' = \hat{m}_i^2 - \frac{s_i^2}{n_i}$;

$$y_i' = s_i^2 - \hat{m}_i ; \text{ e } w_i = \frac{0,5(n_i - 1)\hat{k}_c^4}{\hat{m}_i^2 (\hat{m}_i + \hat{k}_c)^2 \left(\hat{k}_c (\hat{k}_c + 1) - \frac{(2\hat{k}_c - 1)}{n_i} - \frac{3}{n_i^2} \right)}$$

Como a variável w_i envolve o parâmetro desconhecido k_c , o processo de estimação dessa variável deve ser iterativo e uma estimativa inicial do k_c deve ser obtida através de:

$$\frac{1}{\hat{k}_c} = \frac{\sum_i x_i' y_i'}{\sum_i x_i'^2}$$

Calculou-se o tamanho da amostra considerando-se níveis percentuais de erro esperado de 5, 10, 15, 20, 25 e 30%, dentro de um intervalo de confiança de 95%, para percentuais de plantas atacadas de 35 a 1%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ocorrência de formigueiros e espécies de *Acromyrmex* associadas a plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades

Em Rio Negrinho, considerando-se as três idades de plantio de *P. taeda*, foram encontrados 72 formigueiros ao longo do ano, sendo 20 na área recém-plantada, 32 na área com três anos de idade e 20 na área com seis anos de idade. Constatou-se a ocorrência de três espécies de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex*, sendo que a espécie *A. crassispinus* (Figura 2) foi a predominante (95,83%) e considerada a mais freqüente e abundante. As espécies, *A. subterraneus subterraneus* Forel, 1893 (2,78%) e *A. aspersus* (1,39%) foram pouco freqüentes.

Nos plantios de *P. taeda* em Três Barras foram encontrados 168 formigueiros ao longo do ano, sendo 80 na área recém-plantada, 80 na área com três anos de idade e 8 na área com seis anos de idade, pertencentes a três espécies de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex*. Assim como ocorreu em Rio Negrinho, a espécie *A. crassispinus* foi a que predominou (95,23%), sendo considerada a mais freqüente e abundante. As espécies, *A. rugosus rugosus* (F. Smith, 1858) (3,57%) e *A. subterraneus subterraneus* (1,19%) foram pouco freqüentes.

De acordo com Della Lucia *et al.* (1993) e Gonçalves (1961), *A. crassispinus* é a espécie de formiga cortadeira mais comum do Sul do Brasil. Essa espécie é conhecida popularmente como “quenquém-de-cisco”, devido ao hábito de construir ninhos com monte de ciscos (Figura 3) (GONÇALVES, 1961; MAYHÉ-NUNES, 1991).

Por se tratar da espécie mais freqüente e mais abundante nos plantios de *P. taeda* estudados, o presente estudo considerou somente os dados de *A. crassispinus* para as análises.



Figura 2 - Operária de *Acromyrmex crassispinus*. Foto: UFPR: “Projeto *Taxon line* - Rede Paranaense de Coleções Biológicas”, Departamento de Zoologia.



Figura 3 - Formigueiro de *Acromyrmex crassispinus*. Foto: Wilson Reis Filho.

4.2 Densidade e tamanho de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades

4.2.1 Densidade e tamanho de formigueiros em Rio Negrinho, SC

Na área recém-plantada constatou-se, em média, 1,54 formigueiros por hectare (Figura 4a), durante todo o período de avaliação. No primeiro mês, (mar/2007) encontrou-se, em média, três formigueiros por hectare. No segundo mês (abr/2007), ocorreu um aumento, para 3,67 formigueiros por hectare, ou seja, além dos formigueiros encontrados na avaliação anterior, foram encontrados novos formigueiros. Nas avaliações subseqüentes (maio/2007 a ago/2007), houve decréscimo na densidade de formigueiros (Figura 4a, Anexo 5).

Em novembro de 2007 houve um pequeno incremento na densidade de formigueiros por hectare (1,33), na área recém-plantada e em fevereiro de 2008, a densidade de formigueiros decaiu (0,33) (Figura 4a), provavelmente devido a uma roçada na área do experimento, no mês de janeiro, o que dificultou a localização dos formigueiros, em função da grande quantidade de vegetação seca que encobria o solo.

Na área com três anos encontrou-se, em média, 4,08 formigueiros por hectare, durante todo o período de avaliação (Figura 4b). Na primeira (mar/2007) e segunda (jun/2007) avaliações, o número médio de formigueiros permaneceu constante (2,67). Houve uma tendência de acréscimo na sua densidade a partir da terceira avaliação (set/2007), sendo que a maior densidade (6,67) foi verificada no mês de dezembro (Figura 4b, Anexo 6).

Na área com seis anos, a média de formigueiros encontrados durante todo o período de avaliação, foi de 2,33 formigueiros por hectare (Figura 4c). No primeiro mês de avaliação (mar/2007), encontrou-se, em média, 4,66 formigueiros por hectare, sendo que, na segunda avaliação (jun/2007), a densidade diminuiu. No mês de setembro de 2007, houve um pequeno aumento na densidade de formigueiros (1,67), permanecendo constante até a última avaliação (Figura 4c, Anexo 7).

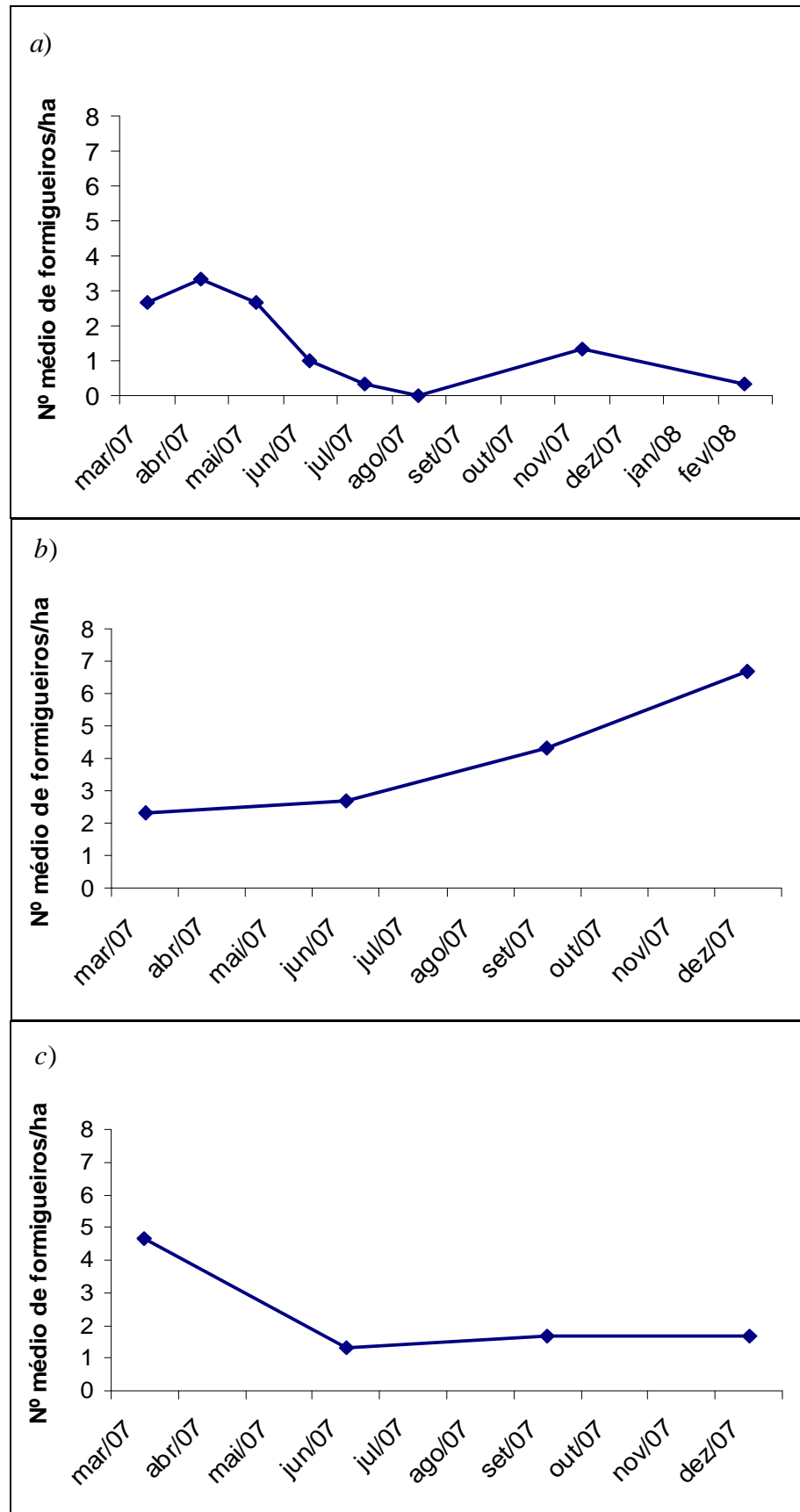


Figura 4 - Densidade média de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Pinus taeda*: a) área recém-plantada; b) área com três anos de idade; c) área com seis anos de idade (média de três parcelas por área). Rio Negrinho, SC. Março de 2007 a fevereiro de 2008.

Na área recém-plantada ocorreu maior concentração (70,59%) de formigueiros de tamanho pequeno (classe I), os quais apresentavam tamanho inferior a 30 cm de diâmetro. A classe II (diâmetro de 31 a 60 cm) ficou representada por 29,41% dos formigueiros encontrados e não foram encontrados formigueiros pertencentes à classe III (diâmetro superior a 61 cm) (Figura 5).

Dos formigueiros encontrados na área com três anos, 25,81% pertenciam à classe I; 38,71%, à classe II e 35,48%, à classe III (Figura 5), com a predominância de formigueiros de tamanho médio a grande para esta idade de plantio.

Os formigueiros encontrados na área com seis anos, concentraram-se, principalmente, naqueles de tamanho grande (classe III), ou seja, 50% dos formigueiros apresentavam tamanho superior a 61 cm de diâmetro. A porcentagem de formigueiros pertencentes à classe I, foi de 38,89% e à classe II, de apenas 11,11% (Figura 5).

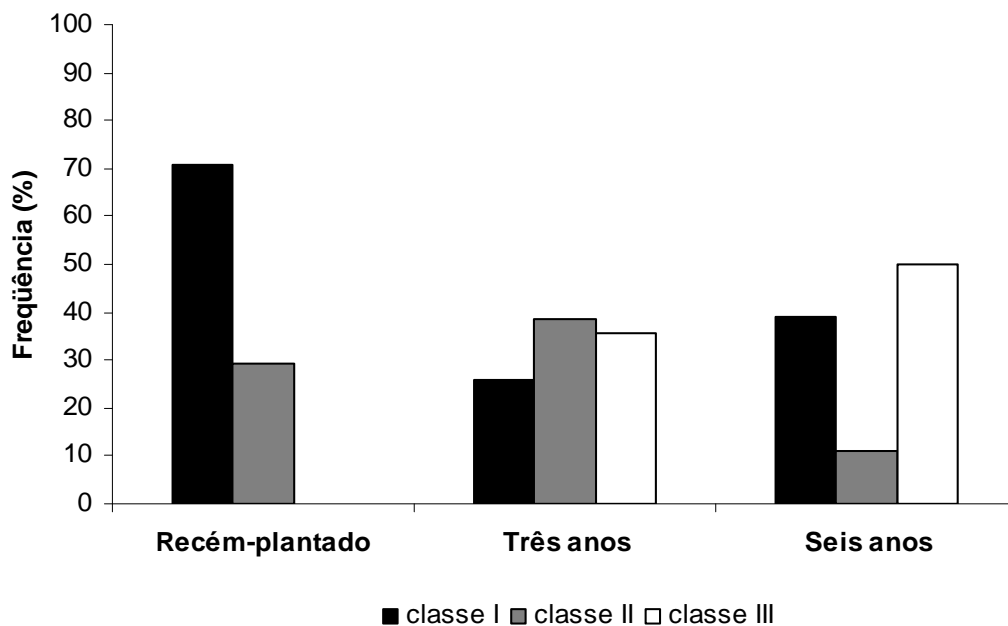


Figura 5 - Frequência de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em áreas de *Pinus taeda* recém-plantada, com três anos de idade e com seis anos de idade, por classe de tamanho: classe I, até 30 cm de diâmetro; classe II, entre 31 e 60 cm e classe III, maior que 61 cm. Rio Negrinho, SC. Março de 2007 a fevereiro de 2008.

4.2.2 Densidade e tamanho de formigueiros em Três Barras, SC

Na área recém-plantada constatou-se, em média, 6,83 formigueiros por hectare, durante todo o período de avaliação. No primeiro mês (abr/2007), encontrou-se, em média, 11 formigueiros por hectare e no segundo mês, ocorreu um aumento para 12 formigueiros por

hectare. Nos meses subseqüentes (jun/2007 a dez/2007), houve um decréscimo na densidade de formigueiros. No mês de março de 2008, houve novamente um aumento na densidade de formigueiros, sendo encontrados, em média, 10,33 formigueiros (Figura 6a, Anexo 8). Esse aumento provavelmente ocorreu devido à última revoada, pois em outubro e dezembro de 2007 verificou-se que alguns formigueiros estavam liberando reprodutores.

Na área com três anos, a densidade de formigueiros foi, em média, de 11,66 formigueiros por hectare, durante todo o período. No primeiro mês de avaliação (mar/2007), encontrou-se a maior quantidade de formigueiros, sendo, em média, de 16 por hectare. A densidade de formigueiros diminuiu na segunda avaliação (jun/2007). Na terceira avaliação (set/2007) houve um acréscimo na densidade de formigueiros, no entanto, ocorreu novamente uma diminuição na última avaliação (dez/2007) (Figura 6b, Anexo 9).

Na área com seis anos de idade, foram encontrados, em média, 0,17 formigueiros por hectare, durante todo o período. Os formigueiros foram encontrados apenas na primeira (mar/2007) e na última avaliação (dez/2007) (Figura 6c, Anexo 10) e estavam sempre localizados próximos à falhas de plantio, ou seja, encontravam-se próximos a pequenas clareiras no meio do talhão.

Dos formigueiros encontrados na área recém-plantada, 79,76% concentravam-se na classe I de tamanho (inferiores a 30 cm de diâmetro). A classe II (diâmetro de 31 a 60 cm) ficou representada por 19,05% dos formigueiros e foram encontrados apenas 1,19% de formigueiros pertencentes à classe III (diâmetro superior a 61 cm) (Figura 7).

Na área com três anos, 17,5% dos formigueiros pertenciam à classe I; 60%, à classe II e 22,5%, à classe III (Figura 7), portanto, com a predominância de formigueiros de tamanhos médios para esta idade de plantio.

Na área com seis anos, foram encontrados apenas dois formigueiros, ao longo do ano, sendo um pertencente à classe I de tamanho e outro, à classe II, não sendo encontrados formigueiros pertencentes à classe III (Figura 7).

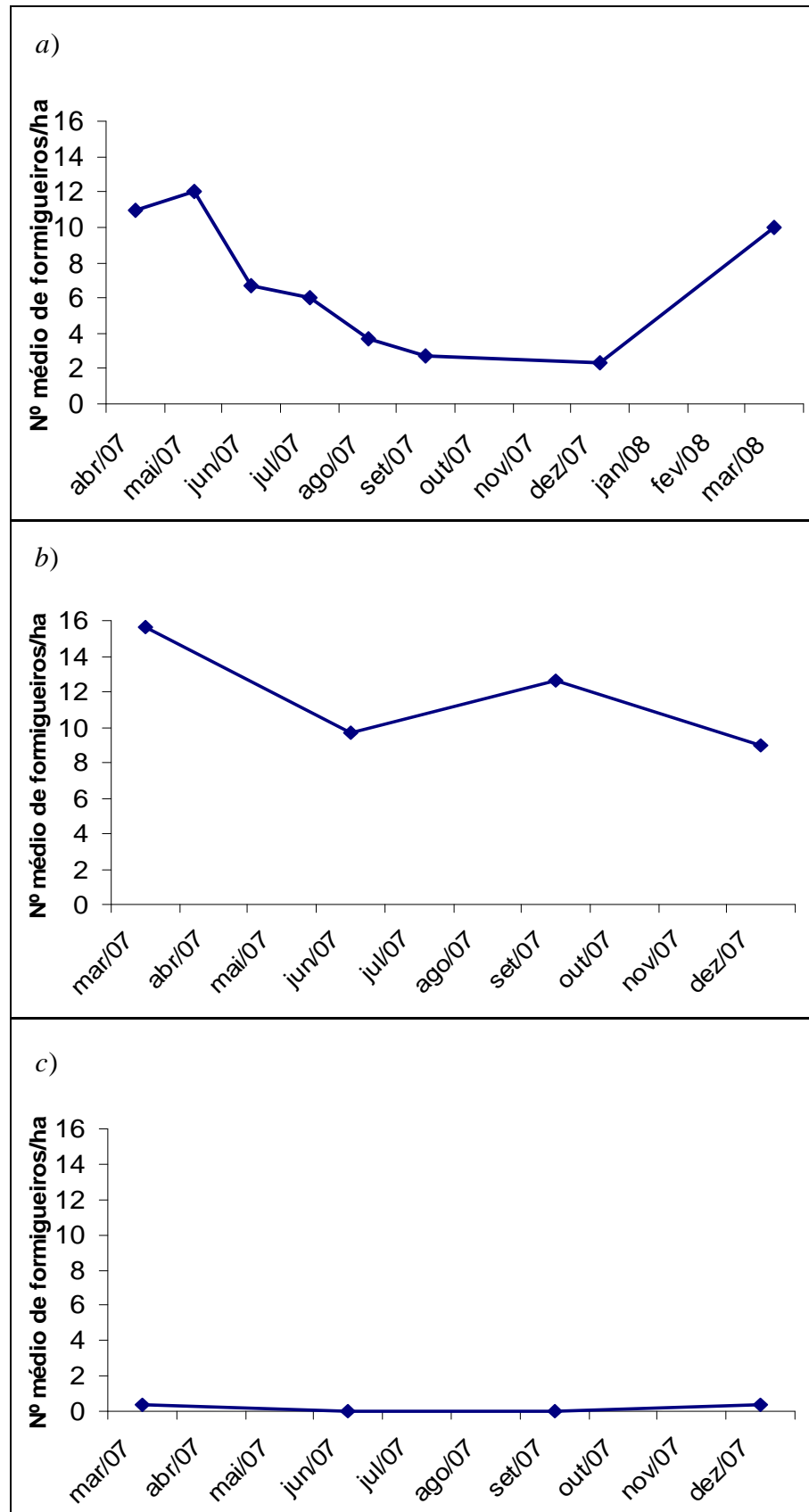


Figura 6 - Densidade média de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Pinus taeda*: a) área recém-plantada; b) área com três anos de idade; c) área com seis anos de idade (média de três parcelas por área). Três Barras, SC. Março de 2007 a março de 2008.

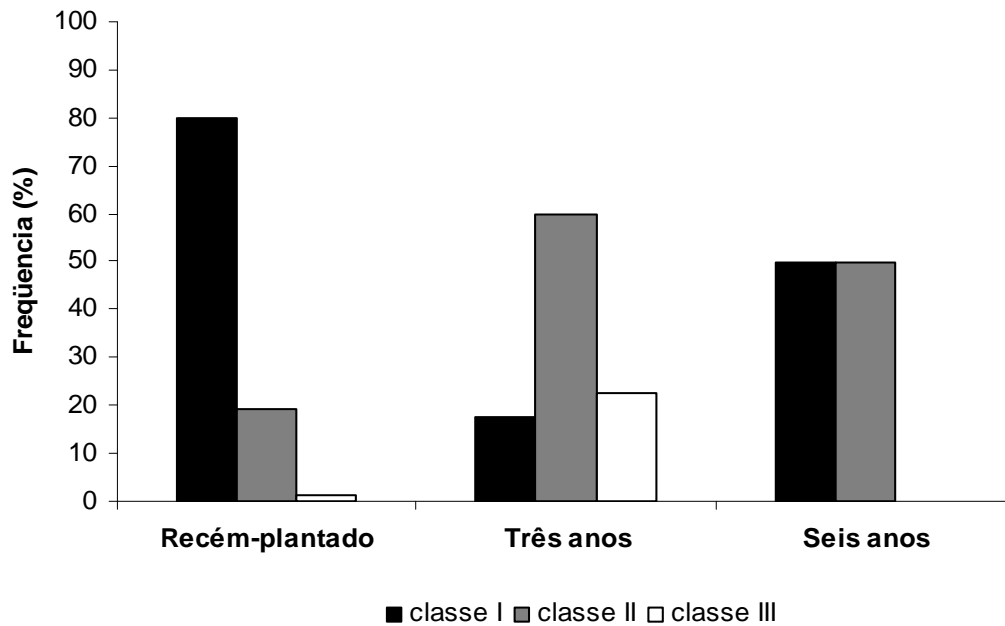


Figura 7 - Frequência de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus*, em áreas de *Pinus taeda* recém-plantada, com três anos de idade e com seis anos de idade, por classe de tamanho: classe I, até 30 cm de diâmetro; classe II, entre 31 e 60 cm; classe III, maior que 61 cm. Três Barras, SC. Março de 2007 a março de 2008.

A densidade de formigueiros da classe I de tamanho (até 30 cm de diâmetro) permaneceu constante em todos os tratamentos, de ambos os municípios, provavelmente em razão das revoadas que ocorrem todos os anos. No entanto, verificou-se a predominância de formigueiros dessa classe de tamanho nas áreas recém-plantadas. Talhões recém-plantados são áreas propícias para a instalação e estabelecimento de rainhas, logo após as revoadas, pois, de acordo com Mariconi (1970), as rainhas de formigas cortadeiras procuram locais mais destituídos de vegetação para iniciar a construção de seu ninho.

Link *et al.* (2001b) verificaram para *A. crassispinus*, em talhões de *Pinus spp.* com aproximadamente três meses de idade, maior ocorrência de formigueiros de tamanho médio (51,52%), discordando dos resultados encontrados no presente estudo. No entanto, antes do plantio das mudas, na área estudada por aqueles autores, foi realizado um combate prévio, que provavelmente foi mais eficiente no controle de formigueiros de tamanho pequeno.

Nas áreas com três anos de idade, verificou-se a predominância de formigueiros da classe II de tamanho. Já os formigueiros menores que 30 cm de diâmetro (classe I), apresentaram a menor média entre as classes de tamanho, em plantios dessa idade, em ambos os municípios. Provavelmente isso ocorreu devido à presença de grande quantidade de vegetação nativa entre as linhas de plantio, nesta fase de desenvolvimento da floresta. Em solos com maior cobertura vegetal, os formigueiros têm menor taxa de sobrevivência, pois de acordo com Lima *et al.*, (2001), a cobertura vegetal pode dificultar o pouso e a instalação das

rainhas durante a revoada, como também favorecer a atuação de seus inimigos naturais no momento da fundação do formigueiro.

De acordo com Araújo *et al.* (2003), a vegetação nativa entre as linhas de plantio, quando não competitivas com as plantas cultivadas, deve ser mantida, pois fornece alimento e abrigo para diversas espécies de inimigos naturais, além de outros tipos de vegetais que servem como substrato para o fungo das formigas. Almeida *et al.* (1983) verificaram que a densidade de saueiros em talhões de *Eucalyptus* foi 18 vezes menor em áreas com sub-bosque denso, do que em áreas sem sub-bosque.

De maneira geral, as maiores densidades de formigueiros de *A. crassispinus* foram registradas nos meses de dezembro a abril, em ambos os municípios estudados. Reis Filho e Oliveira (2002) verificaram que o período de maior ocorrência desta espécie de formiga cortadeira, em plantios de *P. taeda* no município de Três Barras, foi de dezembro a abril, sendo críticos nos meses de fevereiro, março e abril.

Constatou-se que as formigas cortadeiras da espécie *A. crassispinus* transferem periodicamente os seus formigueiros. A transferência periódica dos formigueiros de *A. crassispinus* também já foi observada por Pacheco *et al.* (2003), em plantios de *P. taeda* na região de Três Barras, SC e por Link *et al.* (2001b), em plantios de *Pinus* e *Eucalyptus*, no município de Vargem Bonita, SC. Link *et al.* (2001a) verificaram a transferência periódica de formigueiros de *A. aspersus*, em plantios de *Eucalyptus* no município de Vargem Bonita, SC.

Verificou-se que a densidade de formigueiros de *A. crassispinus*, em ambos os municípios estudados, foi menor no início de desenvolvimento da floresta, quando então, praticamente duplicou nos plantios com três anos de idade, ocorrendo uma redução quando a floresta estava com seis anos de idade (Figura 8).

Zanetti *et al.* (2000b) verificaram situação semelhante na densidade de formigueiros iniciais de *Atta* spp. em plantios de *Eucalyptus*, em João Pinheiro, MG. A densidade de saueiros foi menor no início de desenvolvimento da floresta, aumentando em seguida, até os três anos, quando então, ocorreu uma redução, a níveis iniciais, permanecendo estável até a idade de corte da floresta.

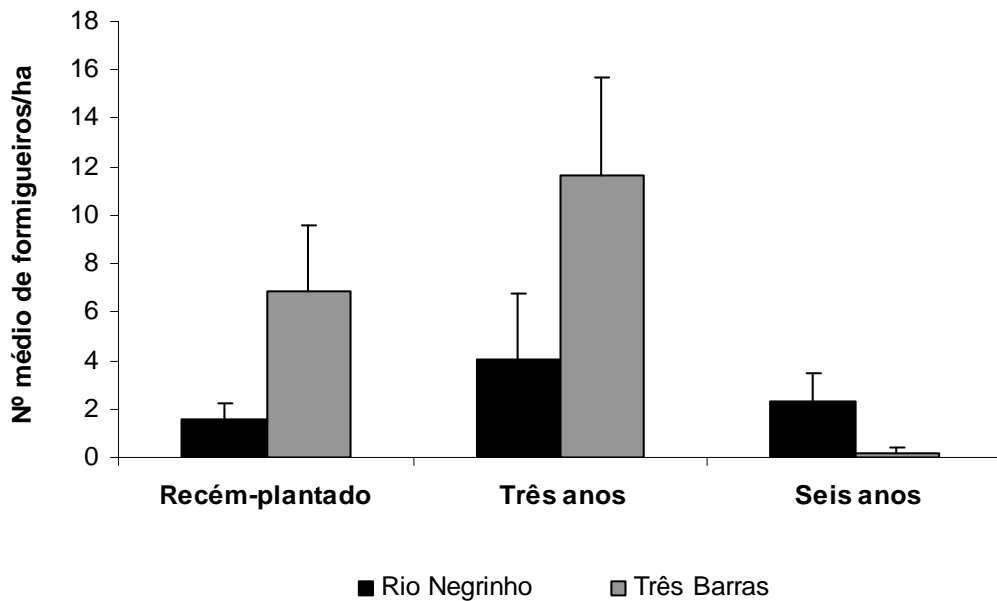


Figura 8 - Densidade média e intervalo de confiança ($p < 0,05$) de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em áreas de *Pinus taeda* recém-plantada, com três anos e com seis anos de idade. Rio Negrinho, SC e Três Barras, SC. Março de 2007 a março de 2008.

A razão para a ocorrência desta situação, é que, em áreas recém-plantadas, os formigueiros novos estão se instalando a partir do momento em que ocorrem as revoadas, e com o passar dos anos há um aumento na densidade dos formigueiros em todas as classes de tamanho. O fato da densidade de formigueiros diminuir quando a floresta está adulta, pode estar relacionado ao fechamento do dossel da floresta, que pode dificultar a instalação de novos formigueiros.

A densidade de formigueiros nas áreas recém-plantada e com três anos de idade, em Três Barras, foi maior do que a densidade encontrada em Rio Negrinho (Figura 8). Esta variação pode estar associada a fatores do ambiente, como as condições de solo, temperatura e precipitação, tipo de vegetação nativa entre as linhas de plantio, entre outros.

Em Rio Negrinho, as temperaturas mínima e máxima foram em média de 12,9°C e 23,6°C, respectivamente. A precipitação média, durante o período de avaliação dos experimentos, foi de 154,8 mm (Anexo 1). Em Três Barras, as temperaturas mínima e máxima foram em média de 11,8°C e 24,7°C, respectivamente. A precipitação média ao longo do ano foi de 110,4 mm (Anexo 2).

Os solos nas áreas de *P. taeda* recém-plantada e com três anos de idade, em Rio Negrinho, apresentavam baixo teor de argila, acidez muito elevada e quantidade de matéria orgânica um pouco menor, quando comparado com os solos das áreas de Três Barras (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização dos solos das áreas de *Pinus taeda* recém-plantada, com três anos e com seis anos de idade. Rio Negrinho e Três Barras, SC.

Rio Negrinho				
TRATAMENTOS	HORIZONTE	ARGILA (%)	pH (H₂O)	MATÉRIA ORGÂNICA (g/100g)
Recém-plantado	Ap (0-20 cm)	31	3,9	3,2
	BA (30-40 cm)	33	4,1	3,0
Três anos	Ap (0-20 cm)	22	3,6	4,4
	Bi (30-50 cm)	32	3,7	2,7
Seis anos	A (0-20 cm)	57	4,3	3,2
	B (50-70 cm)	62	4,4	2,6
Três Barras				
TRATAMENTOS	HORIZONTE	ARGILA (%)	pH (H₂O)	MATÉRIA ORGÂNICA (g/100g)
Recém-plantado	A (0-19 cm)	68	4,9	4,7
	A2 (19-38 cm)	72	4,6	3,9
Três anos	A (0-18 cm)	48	4,6	6,3
	A2 (18-67 cm)	52	4,8	3,3
Seis anos	Ap (0-14 cm)	44	4,7	2,6
	A2 (14-54 cm)	46	4,5	1,8

Hernández e Jaffé (1995) relataram que um dos fatores mais importantes que favorecem o estabelecimento de formigueiros de *A. laevigata* em plantios de *P. caribaea* é o tipo de solo. Esses autores verificaram uma correlação altamente positiva entre a profundidade da camada de argila e o número de formigueiros, ou seja, quanto maior a profundidade da camada de argila, o solo é mais arenoso e maior será a probabilidade de encontrar altas populações de ninhos de *Atta*.

Bento *et al.* (1991) encontraram uma correlação positiva entre a densidade de saueiros e solos de baixa fertilidade. A profundidade da câmara inicial de um saueiro coincide com as camadas mais superficiais do solo, sendo que nessas camadas predominam os maiores números de microorganismos do solo, devido à abundância em matéria orgânica e nutrientes. As condições de solos mais pobres, tanto em termos de nutrientes como de populações microbianas naturais, propiciaram um meio mais favorável ao estabelecimento de formigueiros incipientes, pela ausência tanto de entomopatógenos quanto de possíveis antagonistas ao fungo simbionte das formigas.

Diehl-Fleig e Rocha (1998) também verificaram que os solos com baixa fertilidade foram preferidos pelas rainhas de *A. striatus* no ato da fundação da colônia.

Para os plantios com seis anos de idade verificou-se uma situação inversa à relatada anteriormente, ou seja, a densidade de formigueiros em Rio Negrinho foi maior do que a densidade de formigueiros observada em Três Barras (Figura 8).

O solo do plantio com seis anos de idade em Rio Negrinho apresentava alto teor de argila e quantidade de matéria orgânica um pouco maior, quando comparado com o solo do plantio de seis anos em Três Barras (Tabela 1).

Vale salientar também que o manejo florestal é diferente nos dois locais estudados. Em Rio Negrinho, o objetivo econômico dos reflorestamentos é a produção de toras de *P. taeda*, então é realizada a poda dos galhos. Já, em Três Barras, como o objetivo dos reflorestamentos é a produção de papel e celulose, a poda dos galhos não é realizada.

Assim, em Rio Negrinho, o dossel dos plantios com seis anos de idade não era tão fechado, permitindo maior incidência do sol no interior da floresta (Figura 1c). Verificou-se que este fato favoreceu a construção dos ninhos de *A. crassispinus*. Clark e Evans (1955) verificaram que *A. laevigata* também prefere áreas com maior exposição solar. De acordo com Bucher e Montenegro (1974), os formigueiros de *Acromyrmex lobicornis* Emery, 1887, na sua maioria, encontram-se em lugares relativamente abertos e bem abaixo de árvores ou arbustos, sendo lugares relativamente ensolarados, o que pode ser uma característica dos padrões de distribuição espacial dessas espécies. Como *A. crassispinus* prefere locais em que seus ninhos fiquem expostos ao sol, ainda foram encontrados formigueiros de todas as classes de tamanho.

Já em Três Barras, devido à não realização da poda dos galhos das árvores, os plantios com seis anos de idade apresentaram o dossel totalmente fechado, sem a incidência direta do sol no interior da floresta, além de ausência de sub-bosque (Figura 1f). Nessa situação, os únicos formigueiros de *A. crassispinus* encontrados eram das classes I e II (inferiores a 60 cm de diâmetro) e estavam localizados próximos a pequenas clareiras (falhas de plantio).

4.3 Distribuição espacial de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades

4.3.1 Índices de dispersão

Foram calculados os valores dos índices de dispersão para a definição do tipo de distribuição espacial dos formigueiros de *A. crassispinus* em plantios de *P. taeda* de diferentes idades em Rio Negrinho (Tabela 2) e em Três Barras (Tabela 3).

Tabela 2 - Índices de dispersão para distribuição espacial de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades. Rio Negrinho, SC. Março de 2007 a fevereiro de 2008.

	Parcela	Amostragem	Mês	Nº de formig.	\hat{m}	s^2	I	$I\delta$	K	C_x
Tratamento 1	1.1	1º	Mar/07	3	0,047	0,045	0,96 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
		2º	Abr/07	2	0,031	0,03	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	8,00 ^{AL}	-1,00 ^{RE}
		3º	Mai/07	1	0,015	0,015	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	0,00 ^{AG}	0,00 ^{AL}
		4º	Jun/07	0	-	-	-	-	-	-
		5º	Jul/07	0	-	-	-	-	-	-
		6º	Ago/07	0	-	-	-	-	-	-
		7º	Nov/07	1	0,015	0,015	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	0,00 ^{AG}	0,00 ^{AL}
		8º	Fev/08	0	-	-	-	-	-	-
	1.2	1º	Mar/07	4	0,062	0,06	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	12,60 ^{AL}	-0,33 ^{RE}
		2º	Abr/07	5	0,078	0,073	0,94 ^{AL}	0,00 ^{AL}	14,60 ^{AL}	-0,25 ^{RE}
		3º	Mai/07	4	0,062	0,06	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	12,60 ^{AL}	-0,33 ^{RE}
		4º	Jun/07	2	0,031	0,03	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	8,00 ^{AL}	-1,00 ^{RE}
		5º	Jul/07	0	-	-	-	-	-	-
		6º	Ago/07	0	-	-	-	-	-	-
		7º	Nov/07	3	0,047	0,045	0,96 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
		8º	Fev/08	1	0,015	0,015	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	0,00 ^{AG}	0,00 ^{AL}
	1.3	1º	Mar/07	2	0,031	0,030	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	6,30 ^{AG}	-1,00 ^{RE}
		2º	Abr/07	4	0,062	0,060	0,95 ^{AL}	0,00 ^{AL}	12,60 ^{AL}	-0,33 ^{RE}
		3º	Mai/07	3	0,047	0,045	0,96 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
		4º	Jun/07	1	0,015	0,015	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	0,00 ^{AG}	0,00 ^{AL}
		5º	Jul/07	1	0,015	0,015	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	0,00 ^{AG}	0,00 ^{AL}
		6º	Ago/07	-	-	-	-	-	-	-
		7º	Nov/07	-	-	-	-	-	-	-
		8º	Fev/08	-	-	-	-	-	-	-
Tratamento 2	2.1	1º	Mar/07	5	0,078	0,073	0,94 ^{AL}	0,00 ^{AL}	14,60 ^{AL}	-0,25 ^{RE}
		2º	Jun/07	5	0,078	0,073	0,94 ^{AL}	0,00 ^{AL}	14,60 ^{AL}	-0,25 ^{RE}
		3º	Set/07	8	0,125	0,111	0,89 ^{AL}	0,00 ^{AL}	23,50 ^{AL}	-0,14 ^{RE}
		4º	Dez/07	15	0,234	0,214	0,91 ^{AL}	0,00 ^{AL}	28,70 ^{AL}	-0,07 ^{RE}
	2.2	1º	Mar/07	2	0,031	0,03	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	8,00 ^{AL}	-1,00 ^{RE}
		2º	Jun/07	3	0,047	0,045	0,91 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
		3º	Set/07	5	0,078	0,073	0,94 ^{AL}	0,00 ^{AL}	14,60 ^{AL}	-0,25 ^{RE}
		4º	Dez/07	5	0,078	0,073	0,94 ^{AL}	0,00 ^{AL}	14,60 ^{AL}	-0,25 ^{RE}
	2.3	1º	Mar/07	1	0,015	0,015	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	0,00 ^{AG}	0,00 ^{AL}
		2º	Jun/07	0	-	-	-	-	-	-
		3º	Set/07	0	-	-	-	-	-	-
		4º	Dez/07	0	-	-	-	-	-	-
Tratamento 3	3.1	1º	Mar/07	6	0,093	0,086	0,92 ^{AL}	0,00 ^{AL}	18,10 ^{AL}	-0,20 ^{RE}
		2º	Jun/07	1	0,015	0,015	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	0,00 ^{AG}	0,00 ^{AL}
		3º	Set/07	3	0,047	0,045	0,91 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
		4º	Dez/07	3	0,047	0,045	0,91 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
	3.2	1º	Mar/07	4	0,062	0,06	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	12,60 ^{AL}	-0,33 ^{RE}
		2º	Jun/07	1	0,015	0,015	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	0,00 ^{AG}	0,00 ^{AL}
		3º	Set/07	2	0,031	0,03	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	8,00 ^{AL}	-1,00 ^{RE}
		4º	Dez/07	2	0,031	0,03	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	8,00 ^{AL}	-1,00 ^{RE}
	3.3	1º	Mar/07	4	0,062	0,06	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	12,60 ^{AL}	-0,33 ^{RE}
		2º	Jun/07	2	0,031	0,03	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	8,00 ^{AL}	-1,00 ^{RE}
		3º	Set/07	0	-	-	-	-	-	-
		4º	Dez/07	0	-	-	-	-	-	-

Tratamentos: 1. área de *P. taeda* recém-plantada; 2. área de *P. taeda* com três anos; 3. área de *P. taeda* com seis anos de idade. \hat{m} : média; s^2 : variância; I : Índice de dispersão razão variância/média; $I\delta$: Índice de dispersão de Morisita; K: Expoente k da distribuição binomial negativa calculado pelo método da máxima verossimilhança; C_x : Coeficiente de Green. Tipo de distribuição: ^{AG} agregada; ^{AL} aleatória; ^{RE} regular.

Nas áreas avaliadas em Rio Negrinho não foram registrados formigueiros na 4^a, 5^a, 6^a e 8^a amostragens da parcela 1.1, na 5^a e 6^a amostragens da parcela 1.2, na 6^a, 7^a e 8^a amostragens da parcela 1.3, na 2^a, 3^a e 4^a amostragens da parcela 2.3, e na 3^a e 4^a amostragens da parcela 3.3, não sendo possível, portanto, calcular os índices de dispersão (Tabela 2).

Os valores obtidos para os índices razão variância/média e de Morisita, em todas as amostragens dos três tratamentos, indicaram distribuição aleatória, no entanto, os valores obtidos pelo índice de dispersão de Morisita, mesmo indicando aleatoriedade através do teste do qui-quadrado, apresentaram tendência à regularidade, uma vez que os valores mostraram-se menores que um (Tabela 2).

O expoente K da distribuição binomial negativa indicou que, em 60%, 88,88% e 80% das amostragens dos tratamentos 1, 2 e 3, respectivamente, a distribuição espacial dos formigueiros foi aleatória, concordando com os índices razão variância/média e de Morisita. No entanto, este índice indicou arranjo agregado quando foi encontrado apenas um formigueiro na área (Tabela 2).

O coeficiente de Green apresentou resultados discordantes aos demais índices (Tabela 2). Os valores obtidos por este índice indicaram distribuição regular em 66,66% das amostragens realizadas no tratamento 1, em 88,88% das amostragens realizadas no tratamento 2 e em 80% das amostragens dos tratamento 3. Este coeficiente indicou distribuição aleatória somente quando foi encontrado um formigueiro por hectare.

Nas áreas avaliadas em Três Barras não foi possível calcular os valores dos índices de dispersão em todas as amostragens da parcela 3.1, na 2^a, 3^a e 4^a amostragens da parcela 3.2, e na 1^a, 2^a e 3^a amostragens da parcela 3.3, pois não foram registrados formigueiros (Tabela 3).

Os valores obtidos para os índices razão variância/média e de Morisita indicaram distribuição aleatória em 91,66% das amostragens do tratamento 1, e em 100% das amostragens dos tratamentos 2 e 3. No entanto, assim como ocorreu em Rio Negrinho, os valores obtidos pelo índice de dispersão de Morisita, mesmo indicando distribuição aleatória através do teste do qui-quadrado, apresentaram tendência à regularidade em algumas amostragens, pois os valores mostraram-se menores que a unidade (Tabela 3).

O expoente K da distribuição binomial negativa indicou que a distribuição espacial dos formigueiros foi aleatória em 66,66% e 75% das amostragens realizadas nos tratamentos 1 e 2, respectivamente. Este índice indicou arranjo agregado quando foi encontrado apenas um formigueiro na área, como verificado para o tratamento 3 (Tabela 3).

Tabela 3 - Índices de dispersão para distribuição espacial de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades. Três Barras, SC. Abril de 2007 a março de 2008.

	Parcela	Amostragem	Mês	Nº de formig.	\hat{m}	s^2	I	$I\delta$	K	C_x
Tratamento 1	1.1	1º	Abr/07	4	0,062	0,060	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	12,60 ^{AL}	-0,330 ^{RE}
		2º	Mai/07	3	0,047	0,045	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
		3º	Jun/07	3	0,047	0,045	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
		4º	Jul/07	3	0,047	0,045	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
		5º	Ago/07	3	0,047	0,045	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
		6º	Set/07	2	0,031	0,030	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	8,00 ^{AL}	-1,00 ^{RE}
		7º	Dez/07	1	0,015	0,015	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	0,00 ^{AG}	0,00 ^{AL}
		8º	Mar/08	3	0,047	0,045	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
	1.2	1º	Abr/07	19	0,29	0,33	1,14 ^{AL}	1,50 ^{AL}	1,64 ^{AG}	-0,053 ^{RE}
		2º	Mai/07	22	0,34	0,45	1,32 ^{AL}	1,94 ^{AL}	0,67 ^{AG}	-0,042 ^{RE}
		3º	Jun/07	10	0,15	0,23	1,53 ^{AG}	4,27 ^{AG}	0,22 ^{AG}	-0,102 ^{RE}
		4º	Jul/07	9	0,14	0,22	1,57 ^{AG}	5,33 ^{AG}	0,02 ^{AG}	-0,115 ^{RE}
		5º	Ago/07	3	0,047	0,045	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
		6º	Set/07	3	0,047	0,045	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
		7º	Dez/07	4	0,062	0,060	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	12,60 ^{AL}	-0,330 ^{RE}
		8º	Mar/08	24	0,37	0,52	1,41 ^{AL}	2,09 ^{AL}	0,65 ^{AG}	-0,037 ^{RE}
	1.3	1º	Abr/07	10	0,156	0,165	1,06 ^{AL}	1,42 ^{AL}	3,20 ^{AG}	-0,11 ^{RE}
		2º	Mai/07	11	0,171	0,208	1,22 ^{AL}	2,33 ^{AL}	0,68 ^{AG}	-0,096 ^{RE}
		3º	Jun/07	7	0,109	0,098	0,90 ^{AL}	0,00 ^{AL}	20,5 ^{AL}	-0,168 ^{RE}
		4º	Jul/07	6	0,093	0,086	0,92 ^{AL}	0,00 ^{AL}	18,10 ^{AL}	-0,20 ^{RE}
		5º	Ago/07	5	0,078	0,073	0,94 ^{AL}	0,00 ^{AL}	14,60 ^{AL}	-0,25 ^{RE}
		6º	Set/07	3	0,047	0,045	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
		7º	Dez/07	2	0,031	0,030	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	8,00 ^{AL}	-1,00 ^{RE}
		8º	Mar/08	4	0,062	0,060	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	12,60 ^{AL}	-0,330 ^{RE}
Tratamento 2	2.1	1º	Mar/07	14	0,22	0,21	0,95 ^{AL}	0,70 ^{AL}	23,00 ^{AL}	-0,084 ^{RE}
		2º	Jun/07	9	0,14	0,158	1,09 ^{AL}	1,78 ^{AL}	1,47 ^{AG}	-0,123 ^{RE}
		3º	Set/07	10	0,16	0,13	0,86 ^{AL}	0,00 ^{AL}	37,00 ^{AL}	-0,201 ^{RE}
		4º	Dez/07	7	0,11	0,098	0,90 ^{AL}	0,00 ^{AL}	20,5 ^{AL}	-0,168 ^{RE}
	2.2	1º	Mar/07	10	0,16	0,17	1,06 ^{AL}	1,42 ^{AL}	3,20 ^{AG}	-0,110 ^{RE}
		2º	Jun/07	4	0,062	0,060	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	12,60 ^{AL}	-0,330 ^{RE}
		3º	Set/07	6	0,093	0,086	0,92 ^{AL}	0,00 ^{AL}	18,10 ^{AL}	-0,052 ^{RE}
		4º	Dez/07	4	0,062	0,060	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	12,60 ^{AL}	-0,330 ^{RE}
	2.3	1º	Mar/07	24	0,37	0,46	1,24 ^{AL}	1,62 ^{AL}	1,51 ^{AG}	-0,040 ^{RE}
		2º	Jun/07	16	0,25	0,253	1,01 ^{AL}	1,07 ^{AL}	15,75 ^{AL}	-0,067 ^{RE}
		3º	Set/07	20	0,31	0,31	1,00 ^{AL}	1,01 ^{AL}	98,44 ^{AL}	-0,052 ^{RE}
		4º	Dez/07	16	0,25	0,22	0,53 ^{AL}	0,88 ^{AL}	35,00 ^{AL}	-0,069 ^{RE}
Tratamento 3	3.1	1º	Mar/07	0	-	-	-	-	-	-
		2º	Jun/07	0	-	-	-	-	-	-
		3º	Set/07	0	-	-	-	-	-	-
		4º	Dez/07	0	-	-	-	-	-	-
	3.2	1º	Mar/07	1	0,015	0,015	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	0,00 ^{AG}	0,00 ^{AL}
		2º	Jun/07	0	-	-	-	-	-	-
		3º	Set/07	0	-	-	-	-	-	-
		4º	Dez/07	0	-	-	-	-	-	-
	3.3	1º	Mar/07	0	-	-	-	-	-	-
		2º	Jun/07	0	-	-	-	-	-	-
		3º	Set/07	0	-	-	-	-	-	-
		4º	Dez/07	1	0,015	0,015	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	0,00 ^{AG}	0,00 ^{AL}

Tratamentos: 1. área de *P. taeda* recém-plantada; 2. área de *P. taeda* com três anos; 3. área de *P. taeda* com seis anos de idade. \hat{m} : média; s^2 : variância; I : Índice de dispersão razão variância/média; $I\delta$: Índice de dispersão de Morisita; K: Expoente k da distribuição binomial negativa calculado pelo método da máxima verossimilhança; C_x : Coeficiente de Green. Tipo de distribuição: ^{AG} agregada; ^{AL} aleatória; ^{RE} regular.

O coeficiente de Green apresentou resultados discordantes aos demais índices, como observado em Rio Negrinho. Os valores obtidos por este índice indicaram distribuição regular em 95,83% das amostragens realizadas no tratamento 1, e em 100% das amostragens realizadas no tratamento 2. Este coeficiente indicou distribuição aleatória somente quando foi encontrado um formigueiro na área avaliada (Tabela 3).

O coeficiente de Green não se adequou para definir o tipo de distribuição espacial de formigueiros de *A. crassispinus*, pois de acordo com Waloff e Blackwith (1962), a distribuição regular de formigueiros é encontrada em locais onde a densidade dos mesmos é alta, fato não observado no presente estudo. Neste estudo, a densidade de formigueiros foi baixa em todas as amostragens e em locais com baixa densidade de formigueiros, a distribuição espacial ocorre normalmente ao acaso.

De maneira geral, os índices de dispersão calculados, exceto o coeficiente de Green, indicaram que a distribuição espacial de formigueiros de *A. crassispinus* em plantios de *P. taeda* com diferentes idades, segue o padrão espacial do tipo aleatório. Com isso, há maiores possibilidades de ajuste à distribuição de Poisson, que descreve esse tipo de distribuição.

4.3.2 Distribuição de probabilidades

Nos plantios de *P. taeda* de diferentes idades, em Rio Negrinho, houve ajuste apenas ao modelo de distribuição de Poisson, pois os valores dos qui-quadrados obtidos não foram significativos. Para os demais modelos não foi possível testar o ajuste devido à insuficiência de classes de frequência para o cálculo do qui-quadrado. Essa insuficiência foi ocasionada pela baixa ocorrência de formigueiros nas áreas amostradas (Tabela 4).

Os valores dos qui-quadrados calculados para determinar a distribuição espacial de formigueiros de *A. crassispinus*, em plantios de *P. taeda* de diferentes idades, em Três Barras, apresentaram-se não significativos para o modelo de distribuição de Poisson, indicando desta maneira o melhor ajuste. Não foi possível testar o ajuste à distribuição binomial positiva e à distribuição binomial negativa devido à insuficiência de classes de frequência, exceto na última amostragem da parcela 1.2, em que houve o ajuste tanto à distribuição de Poisson quanto à distribuição binomial negativa. O melhor ajuste é representado pela distribuição de frequências que apresentar o menor valor do qui-quadrado calculado. Neste caso o melhor ajuste se deu à distribuição de Poisson (Tabela 5).

Tabela 4 - Teste qui-quadrado de aderência das frequências observadas às frequências esperadas pelas distribuições de Poisson, binomial positiva e binomial negativa para formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades. Rio Negrinho, SC. Março de 2007 a fevereiro de 2008.

	Parcela	Amostragem	Mês	Poisson		Binomial positiva		Binomial negativa		
				χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	
Tratamento 1	1.1	1°	Mar/07	0,0017 ^{NS}	1	i	i	i	i	
		2°	Abr/07	0,0005 ^{NS}	1	i	i	i	i	
		3°	Mai/07	0,0001 ^{NS}	1	i	i	i	i	
		4°	Jun/07	-	-	-	-	-	-	
		5°	Jul/07	-	-	-	-	-	-	
		6°	Ago/07	-	-	-	-	-	-	
		7°	Nov/07	0,0001 ^{NS}	1	i	i	i	i	
		8°	Fev/08	-	-	-	-	-	-	
	1.2	1°	Mar/07	0,0041 ^{NS}	1	i	i	i	i	
		2°	Abr/07	0,0081 ^{NS}	1	i	i	i	i	
		3°	Mai/07	0,0041 ^{NS}	1	i	i	i	i	
		4°	Jun/07	0,0005 ^{NS}	1	i	i	i	i	
		5°	Jul/07	-	-	-	-	-	-	
		6°	Ago/07	-	-	-	-	-	-	
		7°	Nov/07	0,0017 ^{NS}	1	i	i	i	i	
		8°	Fev/08	0,0001 ^{NS}	1	i	i	i	i	
	1.3	1°	Mar/07	0,0005 ^{NS}	1	i	i	i	i	
		2°	Abr/07	0,0041 ^{NS}	1	i	i	i	i	
		3°	Mai/07	0,0020 ^{NS}	1	i	i	i	i	
		4°	Jun/07	0,00006 ^{NS}	1	i	i	i	i	
		5°	Jul/07	0,00006 ^{NS}	1	i	i	i	i	
		6°	Ago/07	-	-	-	-	-	-	
		7°	Nov/07	-	-	-	-	-	-	
	Tratamento 2	2.1	1°	Mar/07	0,0081 ^{NS}	1	i	i	i	i
			2°	Jun/07	0,0081 ^{NS}	1	i	i	i	i
			3°	Set/07	0,1293 ^{NS}	2	i	i	i	i
			4°	Dez/07	0,0079 ^{NS}	1	i	i	i	i
		2.2	1°	Mar/07	0,0005 ^{NS}	1	i	i	i	i
2°			Jun/07	0,0017 ^{NS}	1	i	i	i	i	
3°			Set/07	0,0007 ^{NS}	1	i	i	i	i	
4°			Dez/07	0,0007 ^{NS}	1	i	i	i	i	
2.3		1°	Mar/07	0,00006 ^{NS}	1	i	i	i	i	
		2°	Jun/07	-	-	-	-	-	-	
		3°	Set/07	-	-	-	-	-	-	
		4°	Dez/07	-	-	-	-	-	-	
Tratamento 3	3.1	1°	Mar/07	0,3183 ^{NS}	2	i	i	i	i	
		2°	Jun/07	0,0001 ^{NS}	1	i	i	i	i	
		3°	Set/07	0,0001 ^{NS}	1	i	i	i	i	
		4°	Dez/07	0,0001 ^{NS}	1	i	i	i	i	
	3.2	1°	Mar/07	0,0041 ^{NS}	1	i	i	i	i	
		2°	Jun/07	0,0001 ^{NS}	1	i	i	i	i	
		3°	Set/07	0,0005 ^{NS}	1	i	i	i	i	
		4°	Dez/07	0,0005 ^{NS}	1	i	i	i	i	
	3.3	1°	Mar/07	0,0007 ^{NS}	1	i	i	i	i	
		2°	Jun/07	0,0005 ^{NS}	1	i	i	i	i	
		3°	Set/07	-	-	-	-	-	-	
		4°	Dez/07	-	-	-	-	-	-	

Tratamento 1: área de *P. taeda* recém-plantada; tratamento 2: área de *P. taeda* com três anos; tratamento 3: área de *P. taeda* com seis anos de idade; G.L.: número de graus de liberdade do qui-quadrado; NS: não significativo a 5% de probabilidade; i: número de classe de frequência insuficiente para a realização do teste.

Tabela 5 - Teste qui-quadrado de aderência das frequências observadas às frequências esperadas pelas distribuições de Poisson, binomial positiva e binomial negativa para formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades. Três Barras, SC. Abril de 2007 a março de 2008.

	Parcela	Amostragem	Mês	Poisson		Binomial positiva		Binomial negativa	
				χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.
Tratamento 1	1.1	1º	Abr/07	0,004 ^{NS}	1	i	i	i	i
		2º	Mai/07	0,014 ^{NS}	1	i	i	i	i
		3º	Jun/07	0,014 ^{NS}	1	i	i	i	i
		4º	Jul/07	0,014 ^{NS}	1	i	i	i	i
		5º	Ago/07	0,014 ^{NS}	1	i	i	i	i
		6º	Set/07	0,00007 ^{NS}	1	i	i	i	i
		7º	Dez/07	0,0001 ^{NS}	1	i	i	i	i
		8º	Mar/08	0,014 ^{NS}	1	i	i	i	i
	1.2	1º	Abr/07	0,18 ^{NS}	1	i	i	i	i
		2º	Mai/07	0,51 ^{NS}	1	i	i	i	i
		3º	Jun/07	0,64 ^{NS}	1	i	i	i	i
		4º	Jul/07	0,79 ^{NS}	1	i	i	i	i
		5º	Ago/07	0,02 ^{NS}	1	i	i	i	i
		6º	Set/07	0,02 ^{NS}	1	i	i	i	i
		7º	Dez/07	0,004 ^{NS}	1	i	i	i	i
		8º	Mar/08	1,19 ^{NS}	1	i	i	2,72 ^{NS}	1
	1.3	1º	Abr/07	0,0013 ^{NS}	1	i	i	i	i
		2º	Mai/07	0,023 ^{NS}	1	i	i	i	i
		3º	Jun/07	0,007 ^{NS}	1	i	i	i	i
		4º	Jul/07	0,009 ^{NS}	1	i	i	i	i
		5º	Ago/07	0,011 ^{NS}	1	i	i	i	i
6º		Set/07	0,0001 ^{NS}	1	i	i	i	i	
7º		Dez/07	0,0001 ^{NS}	1	i	i	i	i	
Tratamento 2	2.1	1º	Mar/07	0,002 ^{NS}	1	i	i	i	i
		2º	Jun/07	0,021 ^{NS}	1	i	i	i	i
		3º	Set/07	0,021 ^{NS}	1	i	i	i	i
		4º	Dez/07	0,002 ^{NS}	1	i	i	i	i
	2.2	1º	Mar/07	0,008 ^{NS}	1	i	i	i	i
		2º	Jun/07	0,004 ^{NS}	1	i	i	i	i
		3º	Set/07	0,001 ^{NS}	1	i	i	i	i
		4º	Dez/07	0,0003 ^{NS}	1	i	i	i	i
	2.3	1º	Mar/07	0,092 ^{NS}	1	i	i	i	i
		2º	Jun/07	0,0005 ^{NS}	1	i	i	i	i
		3º	Set/07	0,0007 ^{NS}	1	i	i	i	i
		4º	Dez/07	0,014 ^{NS}	1	i	i	i	i
Tratamento 3	3.1	1º	Mar/07	-	-	-	-	-	-
		2º	Jun/07	-	-	-	-	-	-
		3º	Set/07	-	-	-	-	-	-
		4º	Dez/07	-	-	-	-	-	-
	3.2	1º	Mar/07	0,00006 ^{NS}	1	i	i	i	i
		2º	Jun/07	-	-	-	-	-	-
		3º	Set/07	-	-	-	-	-	-
		4º	Dez/07	-	-	-	-	-	-
	3.3	1º	Mar/07	-	-	-	-	-	-
		2º	Jun/07	-	-	-	-	-	-
		3º	Set/07	-	-	-	-	-	-
		4º	Dez/07	0,00006 ^{NS}	1	i	i	i	i

Tratamento 1: área de *P. taeda* recém-plantada; tratamento 2: área de *P. taeda* com três anos; tratamento 3: área de *P. taeda* com seis anos de idade; G.L.: número de graus de liberdade do qui-quadrado; NS: não significativo a 5% de probabilidade; i: número de classe de frequência insuficiente para a realização do teste.

De acordo com Barbosa (1992), a confirmação do tipo de distribuição espacial se dá apenas com o ajuste das distribuições teóricas de frequência (Poisson, binomial positiva e negativa) aos números de indivíduos em cada cultura.

Como a distribuição de Poisson obteve o melhor ajuste, e com base nos índices de dispersão calculados, pode-se inferir que a distribuição espacial de formigueiros de *A. crassispinus* é do tipo aleatória, independente da idade do plantio.

A distribuição aleatória para formigas cortadeiras também já foi documentada por Caldeira *et al.* (2005), Cantarelli *et al.* (2006), Ramos *et al.* (2003), Reis (2005), Reis e Zanetti (2005), Zanetti *et al.* (2003), Zanuncio *et al.* (2002).

A distribuição aleatória ocorre quando as condições ambientais são semelhantes em qualquer ponto no espaço e a presença de um organismo não interfere a do outro, indicando a inexistência ou uma reduzida interação das formigas entre si e com o ambiente (BEGON *et al.*, 1996).

Caldeira (2002) afirma que a distribuição espacial do tipo aleatória parece ocorrer em reflorestamentos equianos, que se caracterizam pela homogeneidade em tipo de solo, idade da floresta, temperatura, tratos culturais, ou seja, na presença de áreas homogêneas, as rainhas caem aleatoriamente na área e constroem seus ninhos em qualquer ponto da floresta.

Cantarelli *et al.* (2006) verificaram que a distribuição espacial de formigueiros de *Acromyrmex* em áreas de pré-plantio de *Pinus* spp, na Argentina, se ajustou ao modelo de distribuição de Poisson, corroborando com os resultados obtidos no presente estudo.

Zanetti *et al.* (2003) constataram no município de Bocaiúva, MG, que a distribuição espacial de ninhos de formigas cortadeiras do gênero *Atta* é ao acaso, independente do nível de infestação que apresentam, os ninhos estão distribuídos da mesma maneira.

Nicholas e Vilela (1996) mostraram que as colônias de *A. laevigata* tendem a distribuir-se uniformemente em locais de alta densidade de saúveiros, apresentando-se ajustadas a um modelo regular de distribuição espacial, mas em áreas menos densas possuem distribuição ao acaso, como observado neste estudo para a espécie *A. crassispinus*.

4.4 Avaliação dos danos causados por *Acromyrmex crassispinus* em *Pinus taeda*

4.4.1 Caracterização do ataque de *A. crassispinus* em plantio de *P. taeda*

O ataque de *A. crassispinus*, em mudas de *P. taeda* recém-plantadas, pode ser caracterizado pelo corte parcial ou total das acículas e ainda pelo corte do meristema apical.

Observou-se que essas formigas iniciam o ataque nas plantas, começando pela base, chegando até seu ápice. Foi possível reconhecer quatro níveis de ataque causados por *A. crassispinus* em áreas recém-plantadas de *P. taeda*, sendo eles:

- nível 1: 50% de desfolha (Figura 9a);
- nível 2: 75% de desfolha (Figura 9b);
- nível 3: 100% de desfolha (Figura 9c);
- nível 4: 100% de desfolha, incluindo o corte do meristema apical (Figura 9d).

O ataque de *A. crassispinus* em *P. taeda* com um ano de idade pode ser caracterizado pelo corte parcial ou total das acículas das plantas. No entanto, foi observado que nesta idade, as formigas nunca cortam as acículas até a base (Figura 9e), logo, observou-se que não ocorre o corte do meristema apical em *P. taeda* desta idade, pelas formigas.

Verificou-se um corte seletivo das acículas de *P. taeda* com três anos de idade. A espécie *A. crassispinus* apresentou preferências pelas acículas mais jovens. Além disso, assim como nas plantas de um ano de idade, estas formigas nunca cortam as acículas até a base (Figura 9f).

Cantarelli (2005) também verificou um corte seletivo das acículas de árvores de *P. taeda* com um, dois e três anos de idade, por formigas do gênero *Acromyrmex*, na região de Corrientes, Argentina, demonstrando que as formigas apresentam preferência por acículas jovens.

Littleddyke e Cherret (1978) citam que as formigas cortadeiras têm preferências significativas por folhas mais novas. Hubbel e Wiemer (1983) constataram que folhas maduras são menos cortadas que as jovens, de um mesmo vegetal, porque elas podem conter substâncias repelentes ou tóxicas às formigas ou ao fungo.

Cantarelli *et al.* (2003), ao avaliar os óleos essenciais de acículas jovens, quando comparadas com acículas mais velhas de *P. taeda*, verificaram que compostos monoterpênicos, tais como α -pineno, β -pineno, limoneno e mirceno, foram encontrados somente nas acículas mais velhas de *P. taeda*. Os demais compostos, principalmente sesquiterpenos, foram encontrados tanto em acículas novas como nas acículas velhas, no entanto, com algumas diferenças de concentração. Estas substâncias, observadas somente nas acículas mais velhas, podem estar influenciando na escolha do corte pelas formigas.

De acordo com Cedeno (1989), as operárias de *A. laevigata* não são prejudicadas pelo β -pineno, proveniente de acículas de *P. caribaea*, porém as formas imaturas são mantidas em locais isolados desse terpenóide, até que o seu efeito tóxico desapareça.

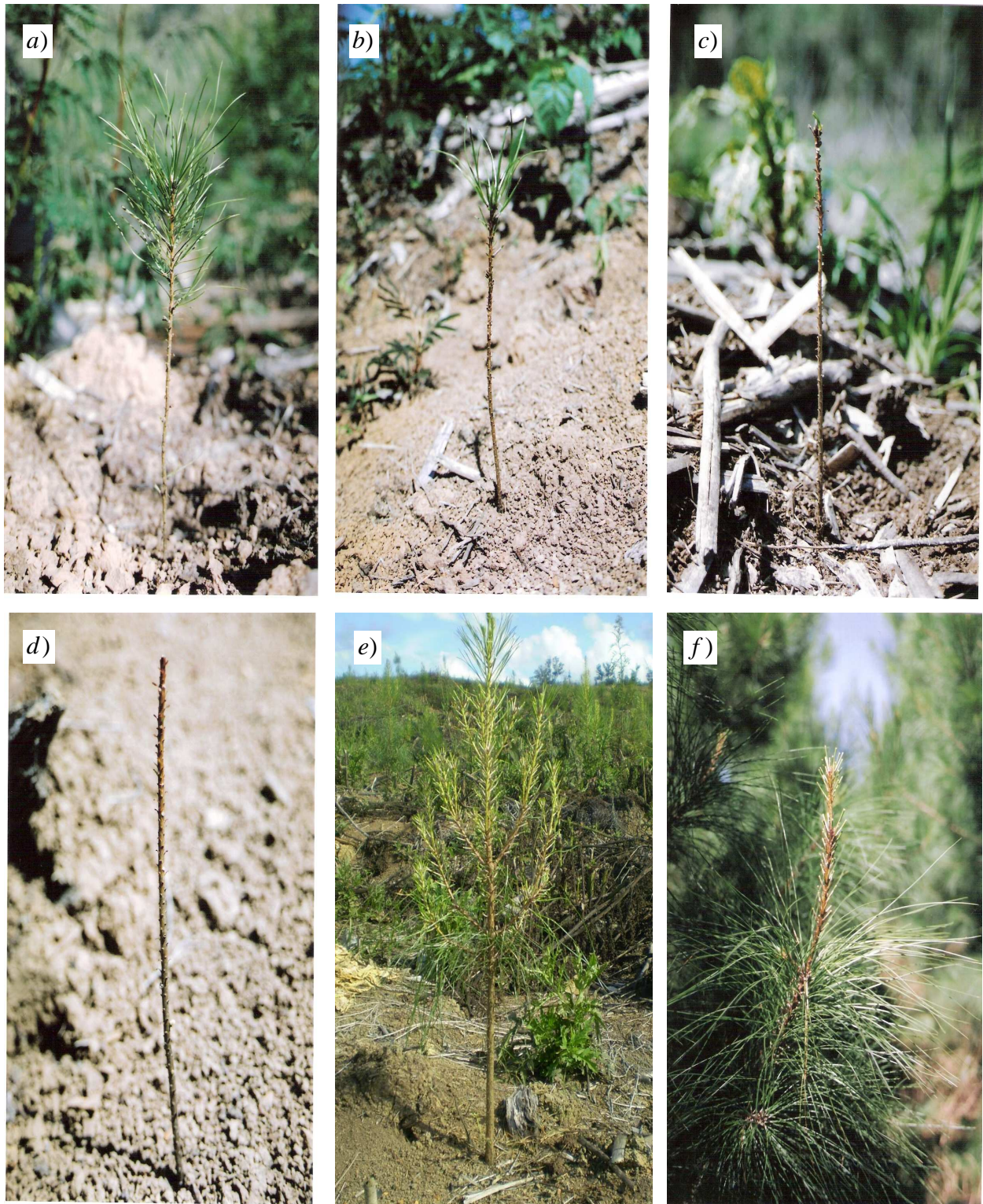


Figura 9 - Ataque de *Acromyrmex crassispinus* em plantas de *Pinus taeda* recém-plantadas: a) nível 1: 50% de desfolha; b) nível 2: 75% de desfolha; c) nível 3: 100% de desfolha; d) nível 4: 100% de desfolha, incluindo o corte do meristema apical. e) ataque de *A. crassispinus* em plantas de *P. taeda* com um ano de idade; f) ataque de *A. crassispinus* em plantas de *P. taeda* com três anos de idade. Fotos: Wilson Reis Filho.

4.4.2 Porcentagem de plantas atacadas por *A. crassispinus* em plantios de *P. taeda*

O censo realizado nas áreas com três anos de idade, nos municípios de Rio Negrinho e Três Barras, SC, indicou que a porcentagem de plantas de *P. taeda* com mais de três anos de idade, atacadas por formigas, era insignificante (menor que 1%) e que as formigas cortavam somente as acículas de algumas brotações das plantas. Não se justificou fazer um estudo de quantificação de danos nestas plantas, pois, verificou-se que os ataques às plantas eram raros e que as brotações quando atacadas se recuperavam.

De acordo com Cantarelli (2005), em árvores de *P. taeda*, a partir de dois anos de idade, começa a surgir, de forma progressiva, maior quantidade de acículas maduras em relação ao surgimento de acículas jovens, indicando que, quanto mais velha a árvore, menor será o percentual de material vegetal disponível para o forrageamento das formigas e, desse modo, menores serão os ataques. Então, ataques de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* em *P. taeda* com mais de dois anos de idade, não são significativamente prejudiciais ao desenvolvimento das plantas.

Já no estágio inicial, ou seja, na fase de muda, as espécies do gênero *Pinus* apresentam somente acículas jovens, fato esse que leva, muitas vezes, à desfolha total quando elas sofrem ataques de formigas cortadeiras.

Foi registrado o número de plantas de *P. taeda* que foram atacadas por *A. crassispinus*, em diferentes níveis de desfolha nas áreas recém-plantadas em Rio Negrinho e em Três Barras, SC. A maioria das plantas atacadas no primeiro mês de avaliação continuou com as acículas cortadas quando se realizou a segunda avaliação, ou seja, as plantas não haviam se recuperado. Para as plantas atacadas nos meses subsequentes, ocorreu o mesmo. No entanto, para cada avaliação da porcentagem de plantas atacadas contabilizou-se somente as plantas que foram atacadas no mês da avaliação, desconsiderando-se aquelas que foram atacadas no mês anterior.

4.4.2.1 Porcentagem de plantas atacadas em áreas recém-plantadas em Rio Negrinho, SC

Foi registrada a porcentagem média de plantas atacadas por hectare, em cada um dos diferentes níveis de desfolha, em Rio Negrinho (Figura 10 e Anexo 11).

Verificou-se que no período de março de 2007 a fevereiro de 2008, a maior porcentagem de ataque ocorreu no primeiro mês de idade do plantio. Com o passar das avaliações, a porcentagem de plantas atacadas diminuiu.

No primeiro mês de avaliação, onde foi verificada a maior porcentagem de plantas atacadas, havia pouca vegetação nativa entre as linhas de plantio, devido ao preparo do solo realizado. A porcentagem de plantas atacadas diminuiu com o passar dos meses, provavelmente devido ao aparecimento da vegetação nativa, que propiciou outras opções de recursos para o forrageamento das formigas.

Para o nível 1 de desfolha (50% de desfolha), a porcentagem média de plantas atacadas no primeiro mês, foi de 6,71%. Verificou-se que a porcentagem de plantas atacadas diminuiu na segunda (1,52%) e na terceira avaliações (0,45%). Na quarta e quinta avaliações (jun/2007 e jul/2007), ocorreu um aumento na porcentagem de plantas atacadas (0,69% e 1,72%, respectivamente), provavelmente devido a uma roçada na área do experimento, no mês de junho de 2007, desencadeando um aumento na quantidade de plantas atacadas. A partir da sexta avaliação (ago/2007), a porcentagem de plantas atacadas diminuiu, sendo que na última avaliação foram encontradas apenas 0,35% de plantas atacadas neste nível de desfolha.

Para o nível 2 de desfolha (75% de desfolha), a porcentagem média de plantas atacadas, no primeiro mês de avaliação, foi de 6,79%. Verificou-se que a porcentagem de plantas atacadas nesse nível de desfolha diminuiu na segunda (1,34%) e na terceira (0,87%) avaliações. Na quarta e quinta avaliações, houve um aumento na porcentagem de plantas atacadas devido à roçada na área do experimento (1,33% e 1,38%, respectivamente). A partir da sexta avaliação (ago/2007), a porcentagem de plantas atacadas diminuiu, sendo que na última avaliação, apenas 0,23% das plantas estavam atacadas neste nível de desfolha.

Para o nível 3 de desfolha (100% de desfolha), a porcentagem média de plantas atacadas, no primeiro mês de avaliação, foi de 6,85%. No segundo, terceiro, quarto e quinto meses de avaliações (abr/2007 a jul/2007), a porcentagem de plantas atacadas foi de 0,81%, 0,75%, 0,73% e 0,68%, respectivamente. A partir dos seis meses de idade do plantio (ago/2007), a porcentagem média de plantas atacadas neste nível de desfolha foi de apenas 0,02% por hectare.

A porcentagem média de plantas atacadas no nível 4 (100% de desfolha, incluindo o corte do meristema apical), foi de 2,47%, na primeira avaliação. A porcentagem de ataque diminuiu a partir da segunda avaliação, sendo que na quarta avaliação foram observadas apenas 0,07% das plantas atacadas por hectare. Nos meses de novembro de 2007 e fevereiro

de 2008, quando as plantas estavam com nove meses e um ano de idade, respectivamente, não foram verificadas plantas com nível 4 de desfolha.

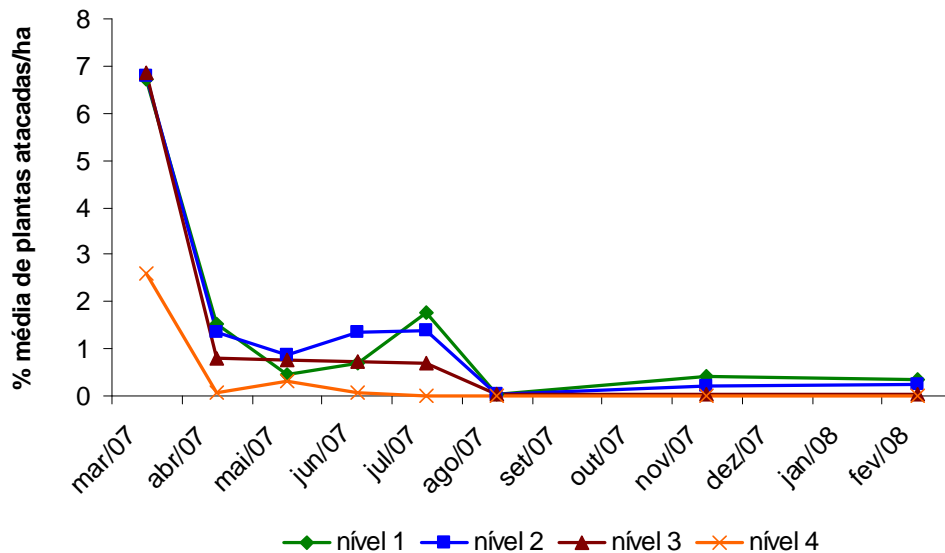


Figura 10 - Porcentagem média de plantas atacadas por *Acromyrmex crassispinus* na área de *Pinus taeda* recém-plantada, em diferentes níveis de desfolha: nível 1: 50% de desfolha; nível 2: 75% de desfolha; nível 3: 100% de desfolha; e nível 4: 100% de desfolha, incluindo o corte do meristema apical (média de três parcelas). Rio Negrinho, SC. Março de 2007 a fevereiro de 2008.

A porcentagem média total de plantas mortas por ataque de formigas foi de 7,51% por hectare (Figura 11). A maior porcentagem de plantas mortas por ataque de formigas (3,04%) ocorreu no segundo mês após o plantio. Nos meses de agosto e de novembro de 2007, não foi verificada mortalidade de plantas por ataque de formigas, no entanto, em fevereiro de 2008, houve uma pequena mortalidade, de 0,17% por hectare, que provavelmente ocorreu devido a uma roçada na área em janeiro de 2008, propiciando o ataque devido à falta de outras opções para o forrageamento das formigas.

A porcentagem média total de plantas mortas por outros fatores, foi de 2,06% por hectare, sendo de 1,3%, no primeiro mês após o plantio e de 0,69%, no segundo mês. A partir da quinta avaliação (jul/2007), não foi mais verificada mortalidade associada a outros fatores (Figura 11).

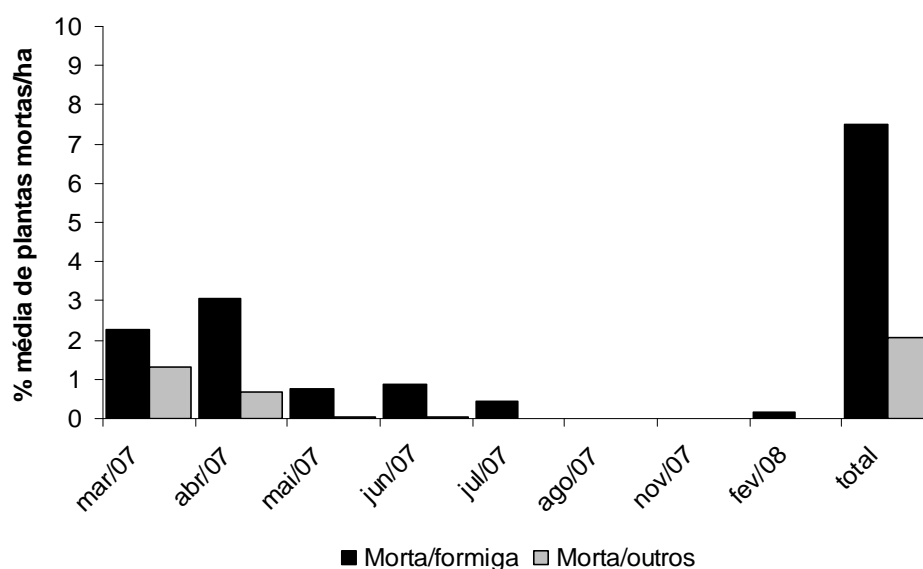


Figura 11 - Porcentagem média de plantas mortas por formigas e de plantas mortas por outros fatores, na área de *Pinus taeda* recém-plantada. Rio Negrinho, SC (média de três parcelas). Março de 2007 a fevereiro de 2008.

4.4.2.2 Porcentagem de plantas atacadas em áreas recém-plantadas em Três Barras, SC

Foi registrada a porcentagem média de plantas atacadas por hectare, em cada um dos diferentes níveis de desfolha, em Três Barras (Figura 12 e Anexo 12).

Avaliando-se o número de plantas atacadas por *A. crassispinus*, no período de abril de 2007 a março de 2008, verificou-se que a maior porcentagem de plantas atacadas ocorreu no primeiro mês de idade das plantas. Com o passar do tempo, a porcentagem de plantas atacadas diminuiu, assim como ocorreu no plantio em Rio Negrinho, ou seja, o aparecimento da vegetação nativa entre as linhas de plantio, provavelmente propiciou outras opções de recursos para o forrageamento das formigas. No entanto, no último mês de avaliação (mar/2008), foi verificado um aumento na porcentagem de plantas atacadas. Observou-se grande quantidade de formigueiros por hectare neste mês de avaliação, sendo que no mês anterior, houve uma roçada na área do experimento.

Para o nível 1 de desfolha (50% de desfolha), verificou-se que a porcentagem média de ataque no primeiro mês de avaliação foi de 1,44%. Entre os meses de abril e novembro de 2007, a porcentagem média de plantas atacadas não foi maior que 0,86% por hectare. A maior porcentagem de plantas atacadas, neste nível de desfolha, foi em média de 5,94% por hectare e ocorreu quando as plantas estavam com um ano de idade (mar/2008).

Para o nível 2 de desfolha (75% de desfolha), a porcentagem média de plantas atacadas no primeiro mês de avaliação foi de 2,74% por hectare. Verificou-se que a porcentagem de

plantas atacadas nesse nível de desfolha diminuiu nas avaliações subseqüentes, sendo que no quinto (jul/2007) e sexto (ago/2007) meses de avaliações, a porcentagem de plantas atacadas foi de apenas 0,12% e 0,17% por hectare, respectivamente. Na última avaliação verificou-se que a porcentagem média de plantas atacadas teve um aumento, sendo em média de 1,35% por hectare.

A maior porcentagem de plantas atacadas em nível 3 de desfolha (100% de desfolha), ocorreu no primeiro mês de avaliação e foi em média de 9% das plantas por hectare. No segundo, terceiro e quarto meses de avaliações (maio/2007 a jul/2007), a porcentagem de plantas atacadas foi de 2,92%, 2,38% e 1,40%, respectivamente. A partir dos seis meses de idade do plantio (set/2007), a porcentagem média de plantas atacadas diminuiu mais ainda, sendo que na última avaliação, foram verificadas apenas 0,19% de plantas atacadas por hectare, neste nível de desfolha.

Para o nível 4 de desfolha (100% de desfolha, incluindo o corte do meristema apical), a porcentagem média de plantas atacadas foi de 0,51%, na primeira avaliação. O ataque neste nível de desfolha diminuiu a partir da segunda avaliação, sendo que, em setembro de 2007, foram verificadas apenas 0,02% de plantas atacadas. Nos meses de dezembro de 2007 e março de 2008, quando as plantas estavam com nove meses e um ano de idade, respectivamente, não foram verificadas plantas com nível 4 de desfolha, como observado também em Rio Negrinho.

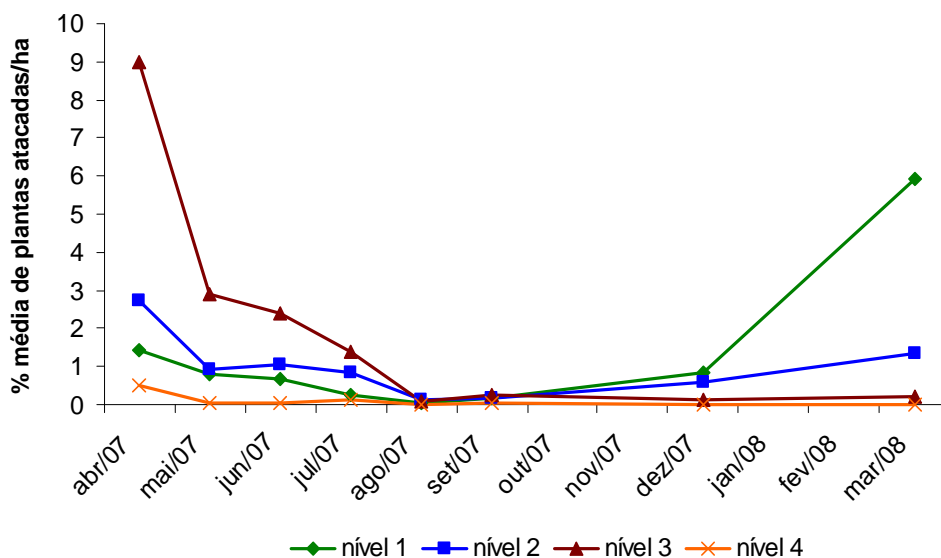


Figura 12 - Porcentagem média de plantas atacadas por *Acromyrmex crassispinus* na área de *Pinus taeda* recém-plantada, em diferentes níveis de desfolha: nível 1: 50% de desfolha; nível 2: 75% de desfolha; nível 3: 100% de desfolha; e nível 4: 100% de desfolha, incluindo o corte do meristema apical (média de três parcelas). Três Barras, SC. Abril de 2007 a março de 2008.

A porcentagem média total de plantas mortas por ataque de formigas foi de 4,41% por hectare, tendo sido observada mortalidade até a sexta avaliação (ago/2007). A maior mortalidade (1,48%) ocorreu no terceiro mês após o plantio (jun/2007) e nos meses de dezembro de 2007 e março de 2008, não ocorreu mortalidade devido o ataque de formigas (Figuras 13).

A porcentagem média total de plantas mortas por outros fatores, foi de 3,65% por hectare, sendo que, no primeiro mês após o plantio, foi de 2,62% e de 0,68%, no segundo mês. A partir do mês de agosto de 2007 (quando as plantas estavam com cinco meses), não ocorreu mais mortalidade (Figuras 13).

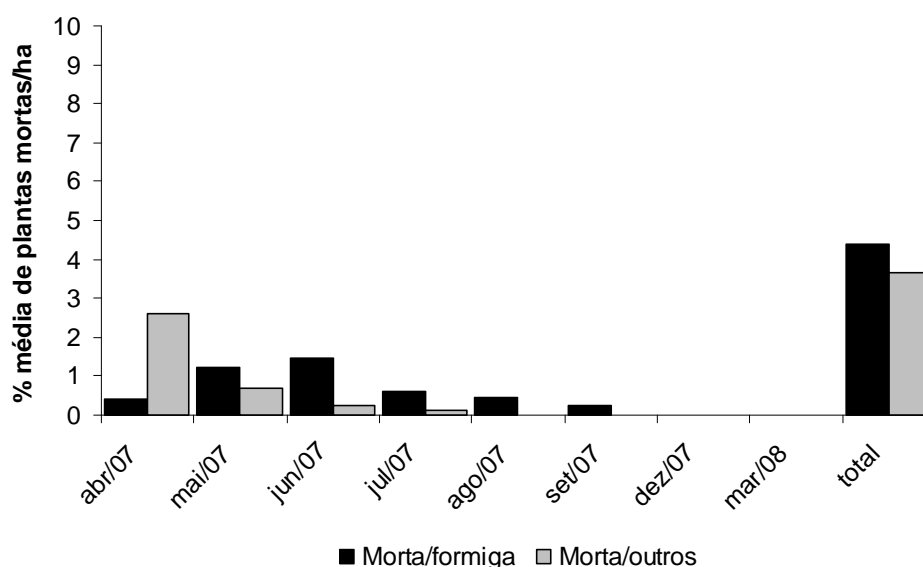


Figura 13: Porcentagem média de plantas mortas por formigas e de plantas mortas por outros fatores na área de *Pinus taeda* recém-plantada (média de três parcelas). Três Barras, SC. Abril de 2007 a março de 2008.

De acordo com Link *et al.* (2000), *A. crassispinus* é considerada uma das espécies de quenquém mais abundante e causadora de elevados prejuízos, tanto pela frequência de ninhos em algumas regiões, quanto pelo número de plantas atacadas pela espécie.

Link *et al.* (2001b) verificaram que o potencial médio de dano de *A. crassispinus* foi de oito mudas de *Pinus* com cerca de três meses de idade, por intervalo de três dias de inspeção, em áreas onde foi realizado um controle pré-plantio, em Vargem Bonita, SC.

Cantarelli *et al.* (2005) verificaram que 20,8% do total de mudas recém-plantadas de *P. taeda* foram atacadas por *Acromyrmex heyeri* Forel, 1899 e *A. lobicornis*, aos 65 dias após o plantio, na Argentina. Esse mesmo autor verificou que houve redução na taxa de herbivoria com o passar do tempo, como foi observado neste estudo.

Simas *et al.* (2003), em estudos de herbivoria de *Atta vollenweideri* Forel, 1983, descreveram uma redução média de 23% da massa vegetal herbácea, quando forrageada por essa espécie.

Neste estudo, constatou-se que as maiores porcentagens de plantas atacadas ocorreram nos primeiros meses após o plantio. Reis Filho e Oliveira (2002), ao verificar a composição das castas de *A. crassispinus* ao longo do ano, na região de Três Barras, SC, observaram que nos meses de fevereiro, março e abril, a proporção entre as castas destas formigas estava favorável às operárias maiores, as quais são responsáveis pelo forrageamento de material vegetal. Nas demais épocas do ano, foi observada a predominância de operárias menores, as quais, na sua maior parte, permanecem no interior do formigueiro. Isso pode explicar o fato das maiores porcentagens de ataque terem ocorrido no mês de março em Rio Negrinho e no mês de abril, em Três Barras. Este é o período em que *A. crassispinus* está em maior atividade externa, ou seja, é o período de maior forrageamento e conseqüentemente, de maior corte de plantas.

Pacheco *et al.* (2003) verificaram os efeitos da aplicação de iscas granuladas ao longo do ano, para o controle de *A. crassispinus* na região de Três Barras, SC. No período de março a abril, a eficiência no controle foi de 90 a 100%, e nos demais meses, foi menor. Comparando com os resultados obtidos no presente estudo, verificou-se mais uma vez que o período de maior atividade externa de *A. crassispinus* ocorre nos meses de fevereiro, março e abril, que apresentaram as maiores porcentagens de mudas recém-plantadas atacadas por formigas, em áreas onde estas não foram controladas.

Como o plantio dos experimentos ocorreu justamente no período de maior forrageamento dessas formigas, sugere-se que as maiores perdas de mudas por ataque de formigas cortadeiras ocorram neste período. No entanto, estudos adicionais devem ser conduzidos, a fim de determinar a porcentagem de plantas atacadas em plantios realizados em outras épocas do ano.

4.4.3 Distribuição espacial de plantas de *P. taeda* atacadas por *A. crassispinus* em áreas recém-plantadas

4.4.3.1 Índices de dispersão

Foram obtidos os valores dos índices de dispersão a partir das amostragens realizadas nos municípios de Rio Negrinho (Tabela 6) e Três Barras (Tabela 7), a fim de determinar a distribuição espacial de plantas atacadas por *A. crassispinus*.

Na área avaliada em Rio Negrinho, os valores obtidos para os índices I e $I\delta$, para a maioria das amostragens realizadas nas três parcelas, indicaram distribuição agregada para as plantas atacadas, pois os valores obtidos foram estatisticamente superiores a um. A última amostragem das parcelas 1.1 e 1.3 (fev/2008) indicaram distribuição aleatória (Tabela 6).

Tabela 6 - Índices de dispersão ou agregação para distribuição espacial de plantas atacadas por *Acromyrmex crassispinus* na área de *Pinus taeda* recém-plantada. Rio Negrinho, SC. Março de 2007 a fevereiro de 2008.

Parcela	Amostragem	Mês	Nº pl. atac.	m	s^2	I	$I\delta$	K	C_x
1.1	1º	Mar/07	460	7,18	39,27	5,46 ^{AG}	1,60 ^{AG}	1,15 ^{AG}	0,068 ^{AG}
	2º	Abr/07	327	5,11	23,25	4,55 ^{AG}	1,62 ^{AG}	1,23 ^{AG}	0,053 ^{AG}
	3º	Mai/07	185	2,89	9,53	3,30 ^{AG}	1,79 ^{AG}	0,95 ^{AG}	0,031 ^{AG}
	4º	Jun/07	159	2,48	6,51	2,63 ^{AG}	1,65 ^{AG}	1,16 ^{AG}	0,019 ^{AG}
	5º	Jul/07	179	2,8	8,45	3,02 ^{AG}	1,72 ^{AG}	1,15 ^{AG}	0,026 ^{AG}
	6º	Ago/07	86	1,34	3,59	2,68 ^{AG}	2,24 ^{AG}	0,63 ^{AG}	0,015 ^{AG}
	7º	Nov/07	11	0,17	0,56	3,29 ^{AG}	15,13 ^{AG}	0,06 ^{AG}	-0,06 ^{RE}
	8º	Fev/08	2	0,031	0,03	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	8,00 ^{AL}	-1,00 ^{RE}
1.2	1º	Mar/07	537	8,39	45,13	5,56 ^{AG}	1,54 ^{AG}	0,92 ^{AG}	0,070 ^{AG}
	2º	Abr/07	372	5,81	20,09	3,46 ^{AG}	1,42 ^{AG}	1,51 ^{AG}	0,036 ^{AG}
	3º	Mai/07	316	4,94	13,17	2,67 ^{AG}	1,33 ^{AG}	1,87 ^{AG}	0,023 ^{AG}
	4º	Jun/07	284	4,44	11,84	2,67 ^{AG}	1,37 ^{AG}	1,90 ^{AG}	0,023 ^{AG}
	5º	Jul/07	266	4,16	10,17	2,44 ^{AG}	1,34 ^{AG}	1,97 ^{AG}	0,019 ^{AG}
	6º	Ago/07	76	1,19	2,03	1,71 ^{AG}	1,59 ^{AG}	1,85 ^{AG}	-0,002 ^{RE}
	7º	Nov/07	12	0,19	0,31	1,63 ^{AG}	4,85 ^{AG}	0,21 ^{AG}	-0,080 ^{RE}
	8º	Fev/08	16	0,25	0,57	2,28 ^{AG}	6,40 ^{AG}	0,23 ^{AG}	-0,045 ^{RE}
1.3	1º	Mar/07	203	3,12	23,67	7,59 ^{AG}	3,04 ^{AG}	0,26 ^{AG}	0,097 ^{AG}
	2º	Abr/07	135	2,07	10,58	5,09 ^{AG}	2,92 ^{AG}	0,31 ^{AG}	0,056 ^{AG}
	3º	Mai/07	110	1,69	7,31	4,33 ^{AG}	2,9 ^{AG}	0,46 ^{AG}	0,042 ^{AG}
	4º	Jun/07	125	1,92	7,10	3,7 ^{AG}	2,43 ^{AG}	0,53 ^{AG}	0,034 ^{AG}
	5º	Jul/07	156	2,43	8,10	3,34 ^{AG}	1,92 ^{AG}	0,94 ^{AG}	0,029 ^{AG}
	6º	Ago/07	95	1,46	3,94	2,7 ^{AG}	2,12 ^{AG}	0,74 ^{AG}	0,016 ^{AG}
	7º	Nov/07	6	0,09	0,14	1,67 ^{AG}	8,53 ^{AG}	0,09 ^{AG}	-0,18 ^{RE}
	8º	Fev/08	7	0,11	0,13	1,18 ^{AL}	3,05 ^{AL}	0,49 ^{AG}	-0,16 ^{RE}

Nº pl. atac.: Número de plantas atacadas; m : média; s^2 : variância; I : Índice de dispersão razão variância/média; $I\delta$: Índice de dispersão de Morisita; K: Expoente k da distribuição binomial negativa calculado pelo método da máxima verossimilhança; C_x : Coeficiente de Green. Tipo de distribuição: ^{AG} agregada; ^{AL} aleatória; ^{RE} regular.

O expoente k da distribuição binomial negativa indicou distribuição altamente agregada para as três parcelas, pois os valores obtidos foram inferiores a dois e positivos, exceto na última amostragem da parcela 1.1, onde indicou distribuição aleatória (Tabela 6).

O coeficiente de Green indicou disposição agregada em 70,83% das amostragens realizadas. Nas duas últimas amostragens da parcela 1.1 (nov/2007 e fev/2008), nas três últimas amostragens da parcela 1.2 (ago/2007, nov/2007 e fev/2008) e nas duas últimas amostragens da parcela 1.3 (nov/2007 e fev/2008) este coeficiente indicou distribuição regular (Tabela 6).

Na área avaliada em Três Barras, os valores obtidos para os índices I e $I\delta$, em 87,5% da parcela 1.1, em todas as amostragens da parcela 1.2 e em 87,5% da parcela 1.3, indicaram distribuição agregada para as plantas atacadas, pois os valores obtidos foram estatisticamente superiores a um. A 6ª amostragem da parcela 1.1 (set/2007) e a 7ª amostragem da parcela 1.3 (dez/2007) indicaram distribuição aleatória, uma vez que nestas amostragens foram verificados os menores números de plantas atacadas (Tabela 7).

Tabela 7 - Índices de dispersão ou agregação para distribuição espacial de plantas atacadas por *Acromyrmex crassispinus* na área de *Pinus taeda* recém-plantada. Três Barras, SC. Abril de 2007 a março de 2008.

Parcela	Amostragem	Mês	Nº pl. atac.	m	s^2	I	$I\delta$	K	C_x
1.1	1º	Abr/07	89	1,39	8,81	6,34 ^{AG}	4,82 ^{AG}	0,14 ^{AG}	0,014 ^{AG}
	2º	Mai/07	104	1,63	13,03	7,99 ^{AG}	3,44 ^{AG}	0,18 ^{AG}	0,026 ^{AG}
	3º	Jun/07	86	1,34	10,61	7,92 ^{AG}	6,11 ^{AG}	0,12 ^{AG}	0,03 ^{AG}
	4º	Jul/07	79	1,23	10,86	8,83 ^{AG}	7,27 ^{AG}	0,14 ^{AG}	0,034 ^{AG}
	5º	Ago/07	47	0,73	4,07	5,58 ^{AG}	7,22 ^{AG}	0,09 ^{AG}	0,008 ^{AG}
	6º	Set/07	3	0,047	0,045	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
	7º	Dez/07	13	0,20	0,51	2,53 ^{AG}	9,03 ^{AG}	0,08 ^{AG}	0,33 ^{AG}
	8º	Mar/08	46	0,72	3,53	4,9 ^{AG}	5,94 ^{AG}	0,1 ^{AG}	0,04 ^{AG}
1.2	1º	Abr/07	256	4	14,73	3,68 ^{AG}	1,66 ^{AG}	1,08 ^{AG}	0,018 ^{AG}
	2º	Mai/07	265	4,14	14,25	3,44 ^{AG}	1,58 ^{AG}	1,14 ^{AG}	0,019 ^{AG}
	3º	Jun/07	265	4,14	12,22	2,95 ^{AG}	1,47 ^{AG}	1,73 ^{AG}	0,016 ^{AG}
	4º	Jul/07	210	3,281	9,284	2,83 ^{AG}	1,55 ^{AG}	1,37 ^{AG}	0,012 ^{AG}
	5º	Ago/07	120	1,875	4,048	2,15 ^{AG}	1,61 ^{AG}	1,33 ^{AG}	0,002 ^{AG}
	6º	Set/07	8	0,125	0,206	1,62 ^{AG}	6,86 ^{AG}	0,20 ^{AG}	-0,004 ^{RE}
	7º	Dez/07	58	0,906	1,864	2,06 ^{AG}	2,17 ^{AG}	0,59 ^{AG}	0,326 ^{AG}
	8º	Mar/08	279	4,35	16,14	3,71 ^{AG}	1,61 ^{AG}	1,39 ^{AG}	0,038 ^{AG}
1.3	1º	Abr/07	291	4,546	29,84	6,56 ^{AG}	2,21 ^{AG}	0,63 ^{AG}	0,120 ^{AG}
	2º	Mai/07	293	4,578	25,33	5,53 ^{AG}	2,01 ^{AG}	0,79 ^{AG}	0,109 ^{AG}
	3º	Jun/07	260	4,063	23,42	5,77 ^{AG}	2,16 ^{AG}	0,60 ^{AG}	0,114 ^{AG}
	4º	Jul/07	209	3,265	14,45	3,56 ^{AG}	2,16 ^{AG}	0,60 ^{AG}	0,056 ^{AG}
	5º	Ago/07	137	2,141	9,202	4,30 ^{AG}	2,53 ^{AG}	1,33 ^{AG}	0,039 ^{AG}
	6º	Set/07	14	0,219	0,332	1,50 ^{AG}	3,52 ^{AG}	0,36 ^{AG}	-0,009 ^{RE}
	7º	Dez/07	6	0,093	0,118	1,26 ^{AL}	4,27 ^{AL}	0,31 ^{AG}	0,697 ^{AG}
	8º	Mar/08	69	1,08	4,99	4,62 ^{AG}	4,36 ^{AG}	0,40 ^{AG}	0,043 ^{AG}

Nº pl. atac.: Número de plantas atacadas; m : média amostral; s^2 : estimativa da variância; I : Índice de dispersão razão variância/média; $I\delta$: Índice de dispersão de Morisita; K: Expoente k da distribuição binomial negativa calculado pelo método da máxima verossimilhança; C_x : Coeficiente de Green. Tipo de distribuição: ^{AG} agregada; ^{AL} aleatória; ^{RE} regular.

O expoente k da distribuição binomial negativa indicou distribuição altamente agregada, para as amostragens realizadas nas três parcelas, pois os valores obtidos foram

inferiores a dois e positivos (Tabela 7). A única exceção foi na 6ª amostragem da parcela 1.1 (set/2007) em que este expoente indicou distribuição aleatória.

O coeficiente de Green indicou disposição agregada em 87,5% das amostragens realizadas. Este coeficiente indicou distribuição regular apenas nas avaliações realizadas no mês de setembro (Tabela 7).

De maneira geral, os índices de dispersão calculados, indicaram que a distribuição espacial das plantas atacadas por *A. crassispinus* foi do tipo agregada. Isso indica maior possibilidade de ajuste à distribuição binomial negativa, que descreve mais adequadamente esse tipo de distribuição.

4.4.3.2 Distribuição de probabilidades

Os valores dos qui-quadrados obtidos para a distribuição espacial das plantas de *P. taeda* atacadas por *A. crassispinus* em Rio Negrinho, enquadraram-se aos três modelos de distribuição de frequências (Tabela 8).

Foram verificados valores significativos para a distribuição de Poisson, em seis amostragens (1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª) da parcela 1.1, em cinco amostragens (1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª) da parcela 1.2 e em seis amostragens (1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª) da parcela 1.3. Foram verificados também, valores significativos para a distribuição binomial positiva em todas as amostragens das três parcelas (sendo que a 7ª e a 8ª por insuficiência de classes). A constatação de valores significativos indica que estes modelos teóricos de distribuição não se ajustaram aos dados obtidos (Tabela 8).

Os valores dos qui-quadrados obtidos para determinar a distribuição espacial de plantas atacadas, na maioria das amostragens, foram menores para o modelo de distribuição binomial negativa, ou seja, 75% das amostragens realizadas apresentaram os valores do qui-quadrados não significativos ao nível de significância de $p < 0,05$ (Tabela 8). Estes resultados indicaram que as plantas atacadas apresentavam-se dispostas de maneira agregada no município de Rio Negrinho, SC.

Foram obtidos valores não significativos para a distribuição de Poisson nas duas últimas amostragens da parcela 1.1 (nov/07 e fev/08), nas três últimas amostragens da parcela 1.2 (ago/07, nov/07 e fev/08) e nas duas últimas amostragens da parcela 1.1 (nov/07 e fev/08). O melhor ajuste é representado pela distribuição de frequências que apresenta o menor valor do qui-quadrado calculado. Neste caso, para a 7ª e 8ª amostragens da parcela 1.1, a 6ª e 7ª amostragens da parcela 1.2 e para a 7ª e 8ª amostragens da parcela 1.3, a distribuição de

Poisson ajustou-se melhor, indicando que a distribuição de plantas atacadas foi do tipo aleatória nestas amostragens (Tabela 8).

Tabela 8 - Teste qui-quadrado de aderência das frequências observadas às frequências esperadas pelas distribuições de Poisson, binomial positiva e binomial negativa para plantas de *Pinus taeda* recém-plantadas atacadas por *Acromyrmex crassispinus*. Rio Negrinho, SC. Março de 2007 a fevereiro de 2008.

Parcela	Amostragem	Mês	Poisson		Binomial positiva		Binomial negativa	
			χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.
1.1	1°	Mar/07	66,99*	6	252,71*	7	21,01 ^{NS}	14
	2°	Abr/07	201,63*	10	319,01*	7	12,33 ^{NS}	12
	3°	Mai/07	34,02*	4	132,09*	5	12,12 ^{NS}	10
	4°	Jun/07	51,72*	5	92,62*	4	7,73 ^{NS}	7
	5°	Jul/07	55,19*	5	134,79*	6	3,87 ^{NS}	7
	6°	Ago/07	36,03*	4	41,11*	4	2,04 ^{NS}	5
	7°	Nov/07	3,06 ^{NS}	1	i	i	5,91 ^{NS}	5
	8°	Fev/08	0,0005 ^{NS}	1	i	i	i	i
1.2	1°	Mar/07	112,92*	8	435,07*	8	22,62 ^{NS}	15
	2°	Abr/07	45,1*	6	194,99*	7	26,89*	13
	3°	Mai/07	25,11*	7	170,42*	7	35,06*	11
	4°	Jun/07	25,06*	6	98,16*	6	10,75 ^{NS}	10
	5°	Jul/07	53,97*	6	83,4*	5	18,05 ^{NS}	10
	6°	Ago/07	3,29 ^{NS}	3	9,41*	2	3,98 ^{NS}	9
	7°	Nov/07	0,95 ^{NS}	1	i	i	i	i
	8°	Fev/08	1,57 ^{NS}	1	i	i	0,18 ^{NS}	1
1.3	1°	Mar/07	126,63*	5	561,33*	5	10,10 ^{NS}	7
	2°	Abr/07	120,75*	4	164,68*	3	7,90 ^{NS}	7
	3°	Mai/07	58,79*	5	82,85*	3	5,03 ^{NS}	6
	4°	Jun/07	62,50*	4	95,94*	3	7,06 ^{NS}	7
	5°	Jul/07	60,41*	5	78,35*	4	8,89 ^{NS}	7
	6°	Ago/07	27,97*	3	40,03*	5	6,99 ^{NS}	5
	7°	Nov/07	0,57 ^{NS}	1	i	i	i	i
	8°	Fev/08	0,07 ^{NS}	1	i	i	i	i

* significativo a 5% de probabilidade; NS: não significativo a 5% de probabilidade; i: número de classe de frequência insuficiente para a realização do teste; G.L.: número de graus de liberdade do qui-quadrado.

Em Três Barras, os valores do qui-quadrado obtidos para a distribuição espacial das plantas atacadas por *A. crassispinus* também enquadraram-se aos três modelos de distribuição de frequências (Tabela 9).

Foram verificados valores significativos para a distribuição de Poisson em 75% das amostragens da parcela 1.1 (1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 8ª), em 87,5% das amostragens na parcela 1.2 (1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 7ª e 8ª) e em 75% das amostragens da parcela 1.3 (1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 8ª). Foram verificados valores significativos para a distribuição binomial positiva em todas as amostragens realizadas nas três parcelas (sendo a 6ª e 7ª por insuficiência de classes) (Tabela 9). Estes dados indicam que a distribuição espacial de plantas atacadas não se ajustou a estes dois modelos de distribuição.

Foram obtidos valores não significativos para a distribuição de Poisson na 6ª amostragem das três parcelas (set/2007), além da 7ª amostragem nas parcelas 1.1 e 1.3

(dez/2007). No entanto, a distribuição binomial negativa foi a que melhor representou a distribuição espacial de plantas atacadas, pois foram verificados valores não significativos em 87,5% das amostragens das parcelas 1.1 e 1.2 e em 75% das amostragens da parcela 1.3 (Tabela 9).

Tabela 9 - Teste qui-quadrado de aderência das frequências observadas às frequências esperadas pelas distribuições de Poisson, binomial positiva e binomial negativa para plantas de *Pinus taeda* recém-plantadas atacadas por *Acromyrmex crassispinus*. Três Barras, SC. Abril de 2007 a março de 2008.

Parcela	Amostragem	Mês	Poisson		Binomial positiva		Binomial negativa	
			χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.
1.1	1°	Abr/07	81,70*	3	108,66*	2	3,09 ^{NS}	4
	2°	Mai/07	85,78*	3	101,13*	3	4,41 ^{NS}	5
	3°	Jun/07	86,98*	3	94,63*	2	2,82 ^{NS}	3
	4°	Jul/07	58,93*	3	66,67*	2	2,69 ^{NS}	4
	5°	Ago/07	34,91*	2	39,43*	1	3,91 ^{NS}	2
	6°	Set/07	0,001 ^{NS}	1	i	i	i	i
	7°	Dez/07	0,64 ^{NS}	1	i	i	1,03 ^{NS}	1
	8°	Mar/08	32,48*	2	14,47*	1	2,89 ^{NS}	4
1.2	1°	Abr/07	70,35*	6	129,81*	5	7,09 ^{NS}	10
	2°	Mai/07	63,49*	6	100,32*	5	16,41 ^{NS}	10
	3°	Jun/07	48,68*	6	83,03*	5	3,78 ^{NS}	10
	4°	Jul/07	22,6*	5	148,96*	5	12,37 ^{NS}	8
	5°	Ago/07	27,11*	4	31,01*	3	12,23 ^{NS}	6
	6°	Set/07	0,35 ^{NS}	1	i	i	i	i
	7°	Dez/07	13,52*	2	i	i	7,87 ^{NS}	4
	8°	Mar/08	12,83*	5	18,58*	6	6,70 ^{NS}	10
1.3	1°	Abr/07	54,01*	6	245,79*	6	6,95 ^{NS}	10
	2°	Mai/07	68,51*	6	281,19*	6	9,34 ^{NS}	11
	3°	Jun/07	107,44*	6	188,62*	5	11,07 ^{NS}	10
	4°	Jul/07	50,78*	5	90,15*	4	8,82 ^{NS}	10
	5°	Ago/07	63,92*	4	75,36*	4	1,83 ^{NS}	7
	6°	Set/07	0,13 ^{NS}	1	i	i	i	i
	7°	Dez/07	0,009 ^{NS}	1	i	i	i	i
	8°	Mar/08	19,63*	3	21,67*	2	3,02 ^{NS}	4

* significativo a 5% de probabilidade; NS: não significativo a 5% de probabilidade; i: número de classe de frequência insuficiente para a realização do teste; G.L.: número de graus de liberdade do qui-quadrado.

Verificou-se que entre os modelos estudados, a distribuição binomial negativa foi a que melhor explicou a distribuição espacial de plantas atacadas. O ajuste da distribuição binomial negativa está de acordo com os índices de dispersão estudados, os quais mostraram que as plantas atacadas por *A. crassispinus* encontram-se dispostas de maneira agregada, nos municípios de Rio Negrinho e Três Barras, SC.

Link *et al.* (2001b) verificaram que plantas atacadas por *A. crassispinus* em Vargem Bonita, SC, encontravam-se em média, até 5 m de distância dos formigueiros quando estes eram pequenos (com até 30 cm de diâmetro), até 12 m de distância dos formigueiros de tamanho médio (entre 31 e 60 cm de diâmetro) e até 50 m de distância dos formigueiros de tamanho grande (com mais que 61 cm de diâmetro).

De acordo com Cantarelli (2005), as operárias de formigas cortadeiras, buscam definir áreas amplas para o forrageamento, devido à competição com formigueiros vizinhos, a fim de assegurar material vegetal para o seu desenvolvimento.

Neste estudo verificou-se que um único formigueiro pode atacar inúmeras plantas ao seu redor e isso explica o fato da distribuição espacial de plantas atacadas por *A. crassispinus* ter sido do tipo agregada.

4.4.4 Quantificação dos danos causados por *A. crassispinus* em *P. taeda* recém-plantado, utilizando-se a desfolha artificial

Para a análise dos efeitos da desfolha em plantas de *P. taeda* recém-plantado, foram estabelecidas as seguintes hipóteses:

H₀: Os diferentes níveis de desfolha não afetam o desenvolvimento das plantas.

H₁: Há perdas no desenvolvimento das plantas em pelo menos um dos níveis de desfolha.

Ao avaliar os efeitos de diferentes níveis de desfolha artificial, para simular o ataque de *A. crassispinus* em plantas de *P. taeda*, aos 30 dias de idade do plantio, verificou-se a sobrevivência de 100% das plantas classificadas como nível 0, 1 e 2, (testemunha, 50% de desfolha e 75% de desfolha, respectivamente). No entanto, constatou-se que os níveis de desfolha 3 (100% de desfolha) e 4 (100% de desfolha, incluindo o corte do meristema apical) causaram a morte de 15% das plantas em cada um desses níveis (Tabela 10).

Tabela 10 - Mortalidade, diâmetro, altura e altura da copa de plantas de *Pinus taeda* aos seis meses de idade, desfolhado artificialmente aos 30 dias de idade do plantio, para simulação do ataque de *Acromyrmex crassispinus* em diferentes níveis de desfolha. Três Barras, SC. Fevereiro de 2008.

Nível de desfolha	Mortalidade de plantas	Diâmetro/planta (mm) $\hat{m} \pm IC$	Altura/planta (cm) $\hat{m} \pm IC$	Altura/copa (cm) $\hat{m} \pm IC$
Nível 0	0%	9,31a \pm 1,00	55,0a \pm 6,04	35,75a \pm 5,79
Nível 1	0%	9,45a \pm 0,82	51,7a \pm 4,54	33,65a \pm 4,33
Nível 2	0%	8,57ab \pm 0,61	49,4a \pm 6,58	30,45a \pm 4,74
Nível 3	15%	7,21b \pm 0,83	45,65a \pm 5,22	27,12a \pm 4,71
Nível 4	15%	5,71c \pm 0,57	31,88b \pm 2,97	15,12b \pm 2,61
		Teste <i>F</i> 14,39*	Teste <i>F</i> 11,30*	Teste <i>F</i> 12,60*

Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; \hat{m} : média; IC: intervalo de confiança ($p < 0,05$); nível 0: testemunha; nível 1: 50% de desfolha; nível 2: 75% de desfolha; nível 3: 100% de desfolha; e nível 4: 100% de desfolha, incluindo o corte do meristema apical; * significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Houve perdas significativas no crescimento em diâmetro, altura e altura da copa das plantas, quando estas foram medidas aos seis meses de idade do plantio, em relação às mudas que não foram desfolhadas (nível 0: testemunhas) (Tabela 10 e Figura 14).

O maior crescimento do diâmetro de colo das plantas foi verificado no tratamento testemunha, que apresentaram, em média, 9,31 mm e estas não diferiram significativamente das plantas desfolhadas em nível 1 e 2. Plantas com nível 3 e 4 de desfolha sofreram uma redução de 22,56% e 38,66% no diâmetro, respectivamente, quando comparadas com a testemunha, e neste caso, as diferenças foram significativas (Tabela 10 e Figura 14a).

O maior crescimento na altura das plantas foi verificado para aquelas que não foram atacadas (testemunha), mas a altura média das plantas deste tratamento (55 cm) não diferiu significativamente da altura média das plantas com nível de desfolha 1, 2 e 3. No entanto, para plantas com nível 4 de desfolha, as diferenças foram significativas, pois houve uma redução de 42,03% na altura das plantas quando comparado com a testemunha (Tabela 10 e Figura 14b).

Os valores obtidos para a altura da copa demonstraram que a testemunha teve o maior crescimento (35,75 cm), mas não houve diferenças significativas quando comparado com os níveis de desfolha 1, 2 e 3. Houve diferenças significativas no crescimento da altura da copa em plantas com nível 4 de desfolha, pois as perdas no crescimento chegaram a 57,71% (Tabela 10 e Figura 14c).

A segunda medição das plantas foi realizada quando o plantio completou nove meses de idade (maio/2008), não tendo sido constatada mortalidade de plantas.

Houve perdas significativas no crescimento das plantas, quando estas foram medidas aos nove meses de idade, em relação às mudas que não sofreram nenhum tipo de desfolha (testemunha), como pode ser verificado pela análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey a 5% de probabilidade e pela análise de regressão (Tabela 11 e Figura 15).

O maior crescimento do diâmetro de colo das plantas foi verificado para as testemunhas, que apresentaram, em média, 14,01 mm, e estas não diferiram significativamente das plantas desfolhadas no nível 1. Plantas com nível 2, 3 e 4 de desfolha sofreram reduções significativas no crescimento em diâmetro, quando comparadas com as testemunhas. As perdas no crescimento diamétrico das mudas foram de 18,34%, para o nível 2; 23,46%, para o nível 3 e 40,54%, para o nível 4 de desfolha (Tabela 11 e Figura 15a).

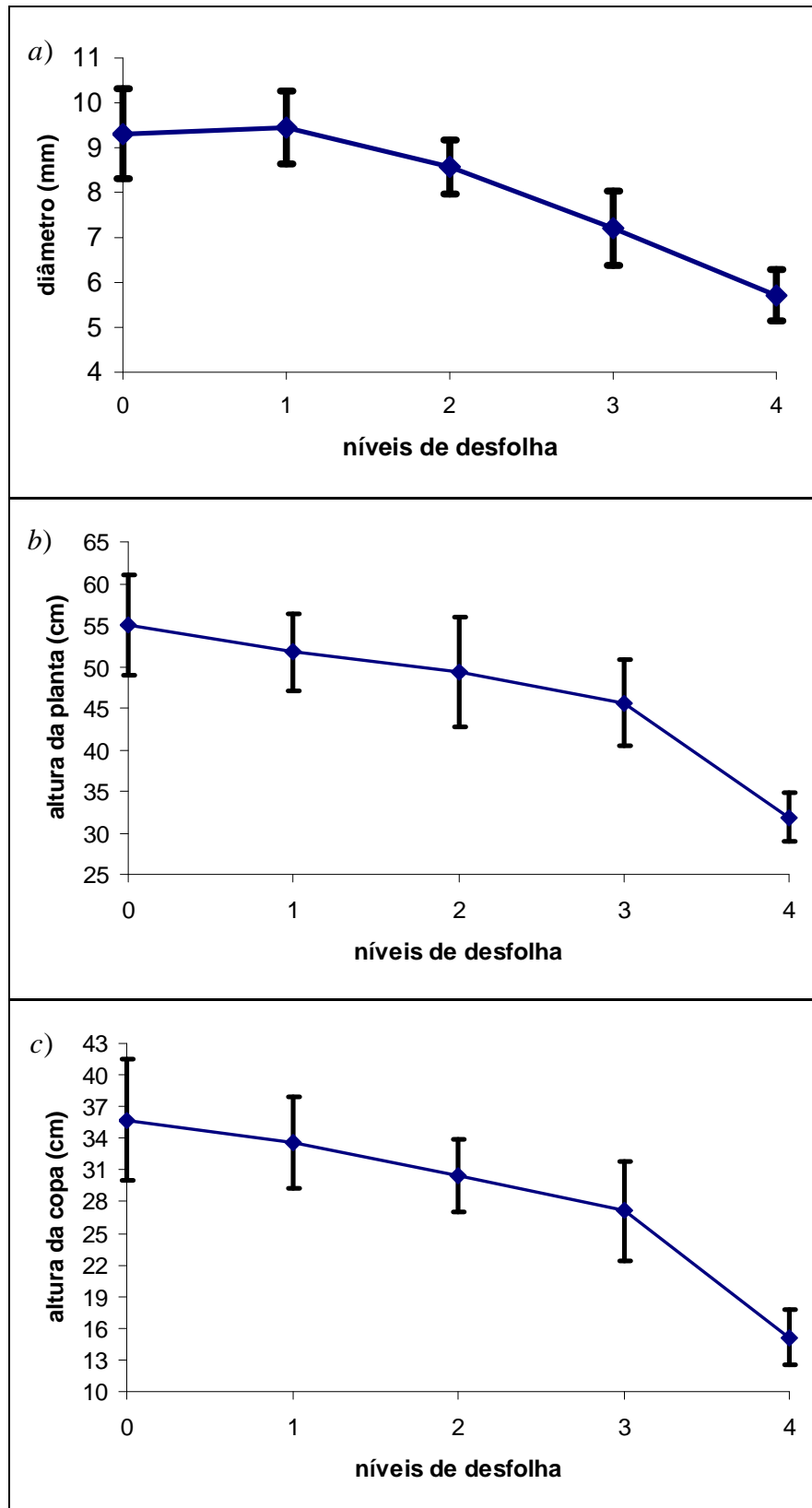


Figura 14 - Diâmetro (a), altura (b) e altura da copa (c) média e intervalo de confiança ($p < 0,05$) de *Pinus taeda* aos seis meses de idade do plantio em função dos diferentes níveis de desfolha artificial simulando o ataque de *Acromyrmex crassispinus* em *P. taeda* aos 30 dias de idade: nível 0: testemunha; nível 1: 50% de desfolha; nível 2: 75% de desfolha; nível 3: 100% de desfolha; e nível 4: 100% de desfolha, incluindo o corte do meristema apical. Três Barras, SC. Fevereiro de 2008.

A altura média das plantas que não sofreram desfolha (testemunha) foi de 71,05 cm e estas não diferiram significativamente das plantas com nível 1 de desfolha. No entanto, as diferenças foram significativas para plantas com nível 2, 3 e 4 de desfolha, pois houve uma redução de 24,70%, 26,66% e 50,90%, respectivamente (Tabela 11 e Figura 15b).

Para a altura da copa, verificou-se que a testemunha teve o maior crescimento (46,25 cm), mas não diferiu das plantas com nível 1 de desfolha. Houve diferenças significativas para os níveis 2, 3 e 4 de desfolha. A redução no crescimento em altura da copa foi de 28,11%, para o nível 2; 31,32%, para o nível 3 e 56,37%, para o nível 4 de desfolha (Tabela 11 e Figura 15c).

Verificou-se tendência de redução no crescimento das plantas na medida em que se aumentou o nível de desfolha, ou seja, quando maior a intensidade de desfolha, maiores foram as perdas no desenvolvimento das plantas (Figuras 14 e 15).

Verificou-se que as plantas com nível 4 de desfolha, além de apresentarem reduções significativas no crescimento em altura e diâmetro, ficaram com muitas ramificações.

Tabela 11 - Mortalidade, diâmetro, altura e altura da copa de plantas de *Pinus taeda* aos nove meses de idade, desfolhado artificialmente aos 30 dias de idade do plantio, para simulação do ataque de *Acromyrmex crassispinus* em diferentes níveis de desfolha. Três Barras, SC. Maio de 2008.

Nível de desfolha	Mortalidade de plantas	Diâmetro/planta (mm) $\hat{m} \pm IC$	Altura/planta (cm) $\hat{m} \pm IC$	Altura/copa (cm) $\hat{m} \pm IC$
Nível 0	0%	14,01a \pm 1,63	71,05a \pm 8,00	46,25a \pm 6,64
Nível 1	0%	13,97a \pm 1,21	69,10a \pm 7,80	43,60a \pm 5,56
Nível 2	0%	11,44b \pm 0,85	53,50b \pm 6,14	33,25b \pm 4,79
Nível 3	15%	10,72b \pm 1,63	52,11b \pm 8,75	31,76b \pm 6,95
Nível 4	15%	8,32c \pm 1,10	34,88c \pm 4,09	20,18c \pm 3,50
		Teste <i>F</i> 13,83*	Teste <i>F</i> 16,71*	Teste <i>F</i> 14,46*

Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; \hat{m} : média; IC: intervalo de confiança ($p < 0,05$); nível 0: testemunha; nível 1: 50% de desfolha; nível 2: 75% de desfolha; nível 3: 100% de desfolha; e nível 4: 100% de desfolha, incluindo o corte do meristema apical; * significativo ao nível de 5% de probabilidade.

As plantas desfolhadas em diferentes níveis, quando tinham 30 dias de idade do plantio, sofreram perdas significativas no seu desenvolvimento, e com isso, aceitou-se a H_1 . As perdas no desenvolvimento das plantas foram observadas quando estas sofreram os níveis 2, 3 e 4 de desfolha. As reduções no crescimento das plantas foram proporcionais à intensidade de desfolha, sendo que, as maiores perdas no crescimento ocorreram em plantas que sofreram os níveis 3 e 4 de desfolha, os quais causaram também a morte de plantas.

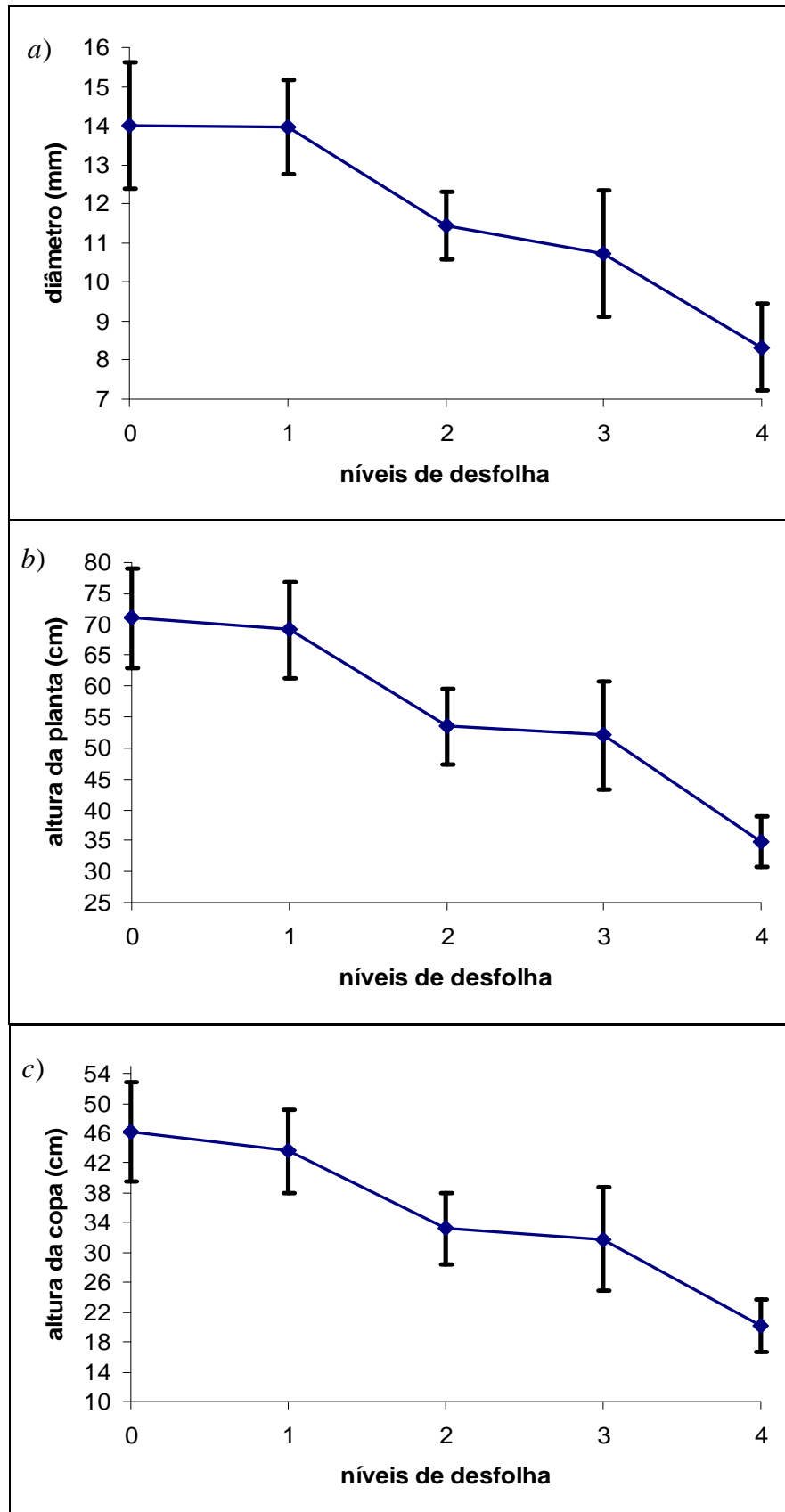


Figura 15 - Diâmetro (a), altura (b) e altura da copa (c) média e intervalo de confiança ($p < 0,05$) de *Pinus taeda* aos nove meses de idade do plantio em função dos diferentes níveis de desfolha artificial simulando o ataque de *Acromyrmex crassispinus* em *P. taeda* aos 30 dias de idade: nível 0: testemunha; nível 1: 50% de desfolha; nível 2: 75% de desfolha; nível 3: 100% de desfolha; e nível 4: 100% de desfolha, incluindo o corte do meristema apical. Três Barras, SC. Maio de 2008.

Ribeiro e Woessner (1980), ao avaliarem os efeitos de diferentes níveis de desfolha artificial simulando o ataque de saúvas em *P. caribaea*, com um ano e quatro meses de idade, constataram também, fortes tendências para as árvores desfolhadas sofrerem maiores danos quando se aumentava a intensidade de desfolha.

Cantarelli *et al.* (2008) verificaram redução significativa no crescimento em altura e diâmetro do colo de *P. taeda* atacado por *Acromyrmex* spp., na Argentina, como foi verificado no presente estudo. Os autores constataram redução no crescimento das plantas desfolhadas com até 12 meses de idade, em relação às testemunhas, de 17,3% para o diâmetro do colo e de 12,2% no desenvolvimento em altura.

Ribeiro e Woessner (1980) relataram que *P. caribaea* foi afetado por sucessivas desfolhas artificiais simulando o ataque de saúvas, apresentando redução, em média de, 12% no crescimento em altura e 17,4% em diâmetro, além de 11,7% de mortalidade.

Lewis e Norton (1973) afirmaram que um desfolhamento total em árvores jovens, principalmente na estação de seca, retarda o crescimento das mesmas, ao passo que dois desfolhamentos consecutivos, podem acarretar na morte das plantas.

Silva *et al.* (1995) submeteram árvores jovens de *E. grandis* a um desfolhamento parcial e constataram a redução de 10,4% no diâmetro e 19,2% na altura total. Dois desfolhamentos causaram perdas de 16-18% no diâmetro e 26-28% na altura total.

Freitas e Berti Filho (1994) afirmaram que somente um nível de 100% de desfolha em *Eucalyptus* é capaz de afetar drasticamente o crescimento em diâmetro e altura e, portanto, o volume de madeira das árvores. Essa porcentagem de desfolha foi responsável por uma redução de 45,5% na produção individual de madeira de *E. grandis*.

Zanetti *et al.* (2000a) analisaram o efeito da densidade e tamanho de saúveiros sobre a produção de madeira de eucalipto e concluíram que a variável densidade de saúveiros afetou negativamente o volume de madeira, indicando que o desfolhamento provocado pelas formigas cortadeiras está contribuindo para a redução na produção de madeira.

Para o presente estudo, seria necessário um acompanhamento do crescimento das plantas por um período efetivamente mais longo para verificar se haveria diminuição no volume de madeira no final do ciclo ou se o diâmetro, a altura e a altura da copa das plantas desfolhadas em diferentes níveis, se igualariam às testemunhas com o passar do tempo.

Neste estudo, as mudas foram desfolhadas artificialmente no primeiro mês após o plantio, pois verificou-se que o maior ataque de *A. crassispinus* em plantas de *P. taeda*, ocorre neste período. A recuperação das plantas poderia ser diferente se o desfolhamento ocorresse em plantas com outras idades. Cantarelli *et al.* (2008) verificaram que o ataque de formigas

cortadeiras em *P. taeda* com 24 a 36 meses de idade, na Argentina, não é significativamente prejudicial ao desenvolvimento das plantas. Assim, são necessários maiores estudos para ver se plantas atacadas por formigas, aos seis meses ou um ano de idade, por exemplo, responderiam da mesma maneira que as plantas atacadas aos 30 dias de idade do plantio.

4.5 Planos de amostragem para o monitoramento de *Acromyrmex crassispinus* em áreas recém-plantadas de *Pinus taeda*

4.5.1 Tamanho ótimo de parcelas para amostragem de formigueiros

Verificou-se um aumento progressivo dos valores do coeficiente de variação, ao reduzir-se o tamanho da área amostrada, para o parâmetro densidade de formigueiros em Rio Negrinho (Tabela 12). Isso ocorreu pela redução da área das subparcelas e por um conseqüente aumento do seu número, o que implicou diretamente no acréscimo da variância.

O tamanho ótimo da parcela para representar a densidade de formigueiros, estimado pelo método da curvatura máxima, variou entre 12 m² e 180 m². Adotou-se o maior valor de *N* como sendo o tamanho ótimo, que foi obtido através da equação:

$$N = 0,7075^2 * 0,4160^2 (2 * 0,4160 - 1) * (0,4160 - 2)^{1/(2*0,4160)}, \text{ obtendo-se o tamanho de } 180 \text{ m}^2.$$

Tabela 12 - Coeficiente de variação da densidade de formigueiros em função do número de subparcelas, obtidas no levantamento em Rio Negrinho, SC.

Número de subparcelas	Área da subparcela (ha)	Coeficiente de variação
64	1,000	0,81
32	0,500	0,95
16	0,250	1,20
8	0,125	1,69
4	0,062	2,23
2	0,031	3,09

O cálculo da intensidade amostral do parâmetro densidade de formigueiros mostrou ser necessário 3148,09 parcelas de 180 m² por hectare para 1% de erro esperado, o que é praticamente inviável economicamente, tendo em vista a intensidade amostral (%) muito alta. A simulação de um erro esperado de 25% mostrou ser necessário 5,04 parcelas de 180 m² por hectare para representar a densidade de formigueiro, com uma intensidade amostral de 9,07%, o que equivale a uma área total de 907 m² por hectare. Para um erro esperado de 30% mostrou ser necessário 3,5 parcelas de 180 m² por hectare, com uma intensidade amostral de 6,3, o que equivale a uma área total de 630 m² por hectare (Tabela 13).

Tabela 13 - Número de parcelas de 180 m² por hectare para amostragem da densidade de formigueiros em função da margem de erro esperada no levantamento em Rio Negrinho, SC.

Erro esperado (%)	Número de parcelas por hectare	Intensidade amostral (%)	Área total por hectare (m²)
1	3148,09	5666,57*	566657
5	125,92	226,66*	22666
10	31,48	56,67	5667
15	13,99	25,18	2518
20	7,87	14,17	1417
25	5,04	9,07	907
30	3,50	6,30	630

* intensidade amostral superior ao censo total

Em Três Barras, verificou-se também um aumento progressivo dos valores do coeficiente de variação, ao reduzir-se o tamanho da área amostrada (Tabela 14).

O tamanho ótimo da parcela para representar a densidade de formigueiros em Três Barras, estimado pelo método da curvatura máxima, variou entre 45 m² e 530 m². O maior valor de N foi obtido através da equação:

$$N = 0,8496^2 * 0,2757^2 (2 * 0,2757 - 1) * (0,2757 - 2)^{1/(2 * 0,2757)}$$
, obtendo-se tamanho ótimo de 530 m² para amostrar a densidade de formigueiros.

Tabela 14 - Coeficiente de variação da densidade de formigueiros em função do número de subparcelas, obtidas no levantamento em Três Barras, SC.

Número de subparcelas	Área da subparcela (ha)	Coeficiente de variação
96	1,5	0,32
48	0,75	1,15
24	0,38	1,11
12	0,19	1,37
6	0,094	1,88
3	0,047	2,03
1,5	0,023	2,22

O cálculo da intensidade amostral do parâmetro densidade de formigueiros mostrou ser necessário 616,81 parcelas de 530 m² por hectare para 1% de erro esperado (Tabela 15), o que é praticamente inviável economicamente, tendo em vista a intensidade amostral (%) muito alta. Para um erro esperado de 20% mostrou ser necessário 1,54 parcelas de 530 m² por hectare, com uma intensidade amostral de 8,16%, o que equivale a uma área total de 816 m² por hectare. Para um erro esperado de 25% mostrou ser necessário 0,99 parcelas de 530 m² por hectare, com uma intensidade amostral de 5,25%, o que equivale à utilização de uma área total de 525 m² por hectare (Tabela 15).

Tabela 15 - Número de parcelas de 530 m² por hectare para amostragem da densidade de formigueiros em função da margem de erro esperada no levantamento em Três Barras, SC.

Erro esperado (%)	Número de parcelas por hectare	Intensidade amostral (%)	Área total por hectare (m²)
1	616,81	3269,09*	326909
5	24,67	130,75*	13075
10	6,17	32,70	3270
15	2,74	14,52	1452
20	1,54	8,16	816
25	0,99	5,25	525
30	0,69	3,66	366

* intensidade amostral superior ao censo total

Assim, para a amostragem baseada em número de formigueiros, dependendo da disponibilidade das equipes de monitoramento das empresas de reflorestamento, pode-se utilizar diferentes intensidades amostrais, sendo que, quanto maior a intensidade amostral mais precisos serão os resultados.

Cantarelli *et al.* (2006) determinaram o tamanho ótimo de parcelas para amostragem de *Acromyrmex* spp., em áreas de pré-plantio de *Pinus* spp., na Argentina, sendo este de 700 m² na forma de 10X70 m, com intensidade amostral de 10,5%, que é equivalente ao lançamento de 1,5 parcelas por hectare representando um erro esperado de 24%.

Oliveira *et al.* (1993) determinaram o lançamento de parcelas de 720 m² (80X9 m) a cada 5 hectares de plantio de eucalipto em Paraopeba, Minas Gerais, para a amostragem de saueiros.

Em Bocaiúva, Minas Gerais foram determinadas parcelas de 430 m² a cada três ou seis hectares de plantios de eucalipto para amostrar a densidade de saueiros, com intensidade amostral de 1,72 e 0,86% para um erro esperado de 5% ou 10%, respectivamente (CALDEIRA, 2002).

O emprego de parcelas de 840 m² na proporção de uma a cada cinco hectares de eucalipto, permite estimar tanto a densidade quanto a área de saueiros para um erro esperado de 5% e uma intensidade amostral de 1,68%, no município de Bocaiúva, Minas Gerais (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

O tamanho ótimo de parcelas aleatórias para amostragem de saueiros em eucaliptais foi estimado no município de Belo Oriente, Minas Gerais, em 160 m², com intensidade amostral variando entre 0,96% e 1,75% apresentando um erro esperado entre 20 e 15%, respectivamente (REIS; ZANETTI, 2005).

Como visto, a intensidade amostral utilizada em programas de monitoramento de formigas cortadeiras tem variado entre 0,86 e 10,5% e o tamanho ideal de parcelas é diferente

entre locais. Isso ocorre devido às características ambientais de cada local, que provavelmente influenciam na forma de como as populações de formigas se distribuem no espaço.

4.5.2 Amostragem seqüencial para avaliação dos percentuais de ataque de *A. crassispinus*

Para a construção do plano de amostragem seqüencial para avaliar os percentuais de ataque de *A. crassispinus* em plantas de *P. taeda* recém-plantadas, o tamanho das amostras (n) foi calculado com base na distribuição binomial negativa, pois esta foi a distribuição de probabilidades que melhor se ajustou aos dados de plantas atacadas por formigas.

Estimou-se o tamanho das amostras para os níveis percentuais de erro tolerável de 5, 10, 15, 20, 25 e 30%, dentro de um intervalo de confiança de 95%, para os percentuais de ataque de 35 a 1%.

A utilização de, no máximo, 35% de ataque foi baseada nas avaliações de plantas atacadas por *A. crassispinus* nas áreas recém-plantadas em Rio Negrinho e em Três Barras, que foram realizadas no período de maior forrageamento dessas formigas e que nunca ultrapassou os 35% de ataque.

O valor do K comum calculado para os dados de Rio Negrinho foi igual a 1,92 e o tamanho das amostras nos diferentes percentuais de erro tolerável encontram-se na tabela 16. E para os dados de Três Barras, em que o valor do K comum calculado foi igual a 0,98, o tamanho das amostras encontram-se na tabela 17.

A utilização da tabela para a estimativa do tamanho das amostras pressupõe erros toleráveis que podem ser admitidos dependendo do grau de precisão que se deseja e das possibilidades das equipes de monitoramento.

De acordo com Kogan e Herzog (1980), quanto menor for o erro tolerável maior será o grau de precisão, melhor e mais confiável será o sistema amostral. No entanto, o tamanho da amostra aumenta quando o erro tolerável é menor (Tabelas 16 e 17).

Assim, admitido o erro que se pode tolerar, sugere-se a confecção de uma tabela de amostragem seqüencial para facilitar os trabalhos em campo.

Tabela 16 - Estimativa do tamanho das amostras (n) em níveis percentuais de erro esperado de 5, 10, 15, 20, 25 e 30%, dentro de um intervalo de confiança de 95%, para os percentuais de ataque de 35 a 1%. Rio Negrinho, SC.

% ataque	Erro tolerável					
	5%	10%	15%	20%	25%	30%
35	1298	324	144	81	52	36
34	1330	332	148	83	53	37
33	1364	341	152	85	55	38
32	1401	350	156	88	56	39
31	1439	360	160	90	58	40
30	1481	370	165	93	59	41
29	1525	381	169	95	61	42
28	1572	393	175	98	63	44
27	1623	406	180	101	65	45
26	1678	419	186	105	67	47
25	1737	434	193	109	69	48
24	1801	450	200	113	72	50
23	1870	468	208	117	75	52
22	1946	487	216	122	78	54
21	2029	507	225	127	81	56
20	2121	530	236	133	85	59
19	2222	555	247	139	89	62
18	2334	584	259	146	93	65
17	2460	615	273	154	98	68
16	2601	650	289	163	104	72
15	2761	690	307	173	110	77
14	2944	736	327	184	118	82
13	3155	789	351	197	126	88
12	3401	850	378	213	136	94
11	3692	923	410	231	148	103
10	4042	1010	449	253	162	112
9	4469	1117	497	279	179	124
8	5002	1251	556	313	200	139
7	5688	1422	632	356	228	158
6	6603	1651	734	413	264	183
5	7883	1971	876	493	315	219
4	9804	2451	1089	613	392	272
3	13005	3251	1445	813	520	361
2	19408	4852	2156	1213	776	539
1	38616	9654	4291	2414	1545	1073

Tabela 17 - Estimativa do tamanho das amostras (n) em níveis percentuais de erro esperado de 5, 10, 15, 20, 25 e 30%, dentro de um intervalo de confiança de 95%, para os percentuais de ataque de 35 a 1%. Três Barras, SC.

% ataque	Erro tolerável					
	5%	10%	15%	20%	25%	30%
35	1490	372	166	93	60	41
34	1522	380	169	95	61	42
33	1556	389	173	97	62	43
32	1593	398	177	100	64	44
31	1631	408	181	102	65	45
30	1673	418	186	105	67	46
29	1717	429	191	107	69	48
28	1764	441	196	110	71	49
27	1815	454	202	113	73	50
26	1870	467	208	117	75	52
25	1929	482	214	121	77	54
24	1993	498	221	125	80	55
23	2062	516	229	129	82	57
22	2138	535	238	134	86	59
21	2221	555	247	139	89	62
20	2313	578	257	145	93	64
19	2414	603	268	151	97	67
18	2526	632	281	158	101	70
17	2652	663	295	166	106	74
16	2793	698	310	175	112	78
15	2953	738	328	185	118	82
14	3136	784	348	196	125	87
13	3347	837	372	209	134	93
12	3593	898	399	225	144	100
11	3884	971	432	243	155	108
10	4234	1058	470	265	169	118
9	4660	1165	518	291	186	129
8	5194	1299	577	325	208	144
7	5880	1470	653	368	235	163
6	6795	1699	755	425	272	189
5	8075	2019	897	505	323	224
4	9996	2499	1111	625	400	278
3	13197	3299	1466	825	528	367
2	19600	4900	2178	1225	784	544
1	38808	9702	4312	2426	1552	1078

Para exemplificar foi confeccionada a tabela de amostragem seqüencial para o erro tolerável de 20%, que de acordo com Barbosa (2001), é um erro razoável em muitas situações práticas, para avaliação dos percentuais de ataque de *A. crassispinus* em plantios de *P. taeda* em Rio Negrinho (Tabela 18) e em Três Barras (Tabela 19). O número de plantas a serem amostradas (primeira coluna) durante a amostragem seqüencial foi retirado das tabelas 16 e 17 para os dados de Rio Negrinho e de Três Barras, respectivamente. O número mínimo de plantas para interromper a amostragem (terceira coluna) foi calculado com base nos percentuais de ataque de 35 a 1%. Por exemplo, na tabela 18, o número de plantas a serem amostradas inicialmente é 81 e o mínimo de plantas para interromper a amostragem é 28 (primeira linha), ou seja, 28 plantas equivalem a 35% de 81, na segunda linha 28 plantas equivalem a 34% de 83, na terceira linha 28 plantas equivalem a 33% de 85 e assim sucessivamente.

O tamanho da amostra foi padronizado nos níveis inferiores a 10% de ataque, em 253 plantas para os dados de Rio Negrinho e 265 plantas para os dados de Três Barras. Este procedimento foi adotado segundo Penteadó *et al.* (1993), pois a não fixação do número de amostras a partir de certo valor, implica em um aumento muito grande do tamanho da amostra, inviabilizando o processo. Esse aumento no tamanho da amostra pode ser observado nas tabelas 16 e 17.

4.5.2.1 Utilização da tabela de amostragem seqüencial

Para a utilização da tabela 19, por exemplo, deve-se iniciar com uma amostragem de 93 plantas. O número de plantas atacadas deverá ser anotado na segunda coluna da tabela e comparado ao número mínimo de plantas para encerrar a amostragem, apresentado na terceira coluna, que neste caso é 33. Se o número de plantas atacadas for igual ou superior a este, deve-se considerar a amostra completa. Se este número for inferior a 33, continuar o processo, amostrando mais duas plantas, totalizando 95 plantas amostradas (primeira coluna). Se o número de plantas atacadas for igual ou superior a 32, interromper a amostragem. Esse procedimento é repetido até que a regra para finalizar a amostragem seja atingida, ou seja, parar a amostragem somente quando o total de plantas atacadas por formigas cortadeiras for igual ou superior ao valor estipulado na terceira coluna.

Em cada observação, deve-se anotar se há ocorrência de plantas atacadas. Assim, se a planta estiver atacada, soma-se o valor um (01) ao valor encontrado nas amostragens anteriores.

Quando se atinge o número de 265 plantas amostradas, deve-se interromper a amostragem, utilizando-se para o cálculo da porcentagem de ataque, o número de plantas atacadas encontradas na amostra.

A estimativa do percentual de plantas atacadas na área amostrada pode ser obtida pela utilização da expressão abaixo:

$$\% \text{ de ataque} = 100 \left(\frac{\text{número de plantas atacadas}}{\text{número de plantas amostradas}} \right)$$

A questão do número de talhões a serem amostrados e da representatividade do talhão, em relação ao plantio amostrado, poderá ser resolvida pela utilização dos critérios que definam as parcelas de inventário florestal.

Outro aspecto a ser considerado na utilização da amostragem sequencial é o modelo de caminhamento para a realização das inspeções, que de acordo com Fernandes (1987), deverá propiciar a máxima cobertura da área, considerando a distância percorrida e o tempo dispendido para a sua realização, pois as formas dos campos são irregulares e variáveis, sendo que o padrão do percurso deverá se adaptar as condições existentes do local. Deste modo, a melhor forma de caminhamento é aquela que facilite o trabalho de campo, que resulte em menor tempo para o percurso e que permita que uma maior área seja avaliada durante o processo de amostragem.

Segundo Waters (1955), o monitoramento da infestação de insetos através de modelos sequenciais, como o proposto nesta pesquisa, faz-se importante pela obtenção de taxas de infestação da praga de forma rápida e segura, taxas estas importantes para decidir quando, onde e como agir no controle destes insetos.

O modelo desenvolvido nesta pesquisa estabelece apenas uma metodologia amostral para avaliar os percentuais de ataque de *A. crassispinus* em plantios de *P. taeda*. Seriam necessários estudos adicionais e de longo prazo para estabelecer o nível de dano econômico da praga, para que esta metodologia possa ser utilizada como uma importante ferramenta a ser incorporada em um programa de Manejo Integrado de Pragas.

Tabela 18 - Amostragem seqüencial para avaliação da porcentagem de ataque de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Pinus taeda* em níveis percentuais de erro esperado de 20%. Rio Negrinho, SC.

Número de plantas a serem amostradas	Número de plantas atacadas (acumulado)	Mínimo para interromper a amostragem
81		28
83		28
85		28
88		28
90		28
93		28
95		28
98		28
101		27
105		27
109		27
113		27
117		27
122		27
127		27
133		27
139		26
146		26
154		26
163		26
173		26
184		26
197		26
213		26
231		25
253		25
253		23
253		20
253		18
253		15
253		13
253		10
253		8
253		5
253		3

Tabela 19 - Amostragem seqüencial para avaliação da porcentagem de ataque de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Pinus taeda* em níveis percentuais de erro esperado de 20%. Três Barras, SC.

Número de plantas a serem amostradas	Número de plantas atacadas (acumulado)	Mínimo para interromper a amostragem
93		33
95		32
97		32
100		32
102		32
105		31
107		31
110		31
113		31
117		30
121		30
125		30
129		30
134		29
139		29
145		29
151		29
158		28
166		28
175		28
185		28
196		27
209		27
225		27
243		27
265		26
265		24
265		21
265		19
265		16
265		13
265		11
265		8
265		5
265		3

CONCLUSÕES

A densidade de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* varia com a idade do plantio de *Pinus taeda* e também ao longo do ano, sendo maior durante os meses de dezembro a abril;

A distribuição espacial de formigueiros de *A. crassispinus* em *P. taeda* é do tipo aleatória, independente da idade do plantio;

Os maiores danos por ataque de *A. crassispinus* às plantas de *P. taeda* concentram-se nos primeiros meses de idade do plantio;

A mortalidade média de plantas de *P. taeda* atacadas por *A. crassispinus* é de, no máximo, 7,51%;

A desfolha superior a 50%, em plantas de *P. taeda* aos 30 dias de idade do plantio, afeta o crescimento em diâmetro e altura das plantas;

A desfolha total, em plantas de *P. taeda* aos 30 dias de idade do plantio, pode causar a mortalidade das plantas, independente do corte do meristema apical;

A distribuição espacial de plantas de *P. taeda* atacadas por *A. crassispinus* durante o primeiro ano do plantio é do tipo agregada;

O tamanho ótimo de parcelas para amostragem de formigueiros de *A. crassispinus* em Rio Negrinho é de 180 m², e em Três Barras é de 530 m²;

O plano de amostragem sequencial proposto para a avaliação dos percentuais de ataque de *A. crassispinus* nos plantios de *P. taeda* recém-plantado permite a obtenção de resultados com rapidez e segurança.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. F. de; ALVES, J. E. M.; MENDES FILHO, J. M. de 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, 1983.

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

ANJOS, N. S.; DELLA-LUCIA, T. M. C.; MAYHÉ-NUNES, A. J. **Guia prático sobre formigas cortadeiras em reflorestamentos**. Ponte nova: Graff Cor, 1998. 100p.

ANSCOMBE, F. J. The statistical analysis of insects counts based on the negative binomial distribution. **Biometrics**, v. 5, p. 165-173, 1949.

ARAÚJO, M. da S.; DELLA-LUCIA, T. M. C.; SOUZA, D. J. Estratégias alternativas de controle de formigas cortadeiras. **Bahia Agrícola**, Salvador: SEAGRI, v. 6, n. 1, p. 71-74, 2003.

AUTUORI, M. Contribuição para o conhecimento da saúva (*Atta* spp. Hymenoptera: Formicidae). Número de formas aladas e redução dos saueiros iniciais. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 19, p. 325-331, 1950.

BARBOSA, J. C. Amostragem seqüencial. In: FERNANDES, O. A.; CORREIA, A. C. B.; DE BORTOLI, S. A. (Eds.). **Manejo integrado de pragas e nematóides**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p. 205-211.

BARBOSA, J. C. **Métodos estatísticos aplicados à entomologia**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2001. 250 f. Apostila.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology: individuals, populations and communities**. Oxford: Blackwell Scientific, 1996. 357 p.

BENTO, J. M. S.; DELLA LUCIA, T. M. C.; MUCHOVEJ, R. M. C.; VILELA, E. F. Influência da composição química e da população microbiana de diferentes horizontes do solo no estabelecimento de saueiros iniciais de *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 20, n.2, p. 307-317. 1991.

BLISS, C. I.; FISHER, R. A. Fitting the negative binomial distribution to biological data. **Biometrics**, v. 9, p. 176-200, 1953.

BLISS, C. I., OWEN, A. R. G. Negative binomial distribution with a common K. **Biometrika**, v. 45, p. 37-58, 1958.

BOARETTO, M. A. C., FORTI, L. C. Perspectivas no controle de formigas cortadeiras. **Série técnica IPEF**, São Paulo, v. 11, n. 30, p. 31-46, 1997.

BOLTON, B. **Identification guide to the ant genera of the world**. Cambridge: Harvard University Press, 1994. 222 p.

BUCHER, E.H.; MONTENEGRO, R. Hábitos forrajeros de cuatro hormigas simpátricas del género *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). **Ecología**, v.2, p.47-53, 1974.

CALDEIRA, M. C. **Plano de amostragem de saueiros em eucaliptais**. 39 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2002.

CALDEIRA, M. C.; ZANETTI, R.; MORAIS, J. C.; ZANUNCIO, J. C. Distribuição espacial de saueiros (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais. **Cerne**, v. 11, n. 1, p. 34-39, 2005.

CANTARELLI, E. B. **Silvicultura de precisão no monitoramento e controle de formigas cortadeiras em plantios de *Pinus***. 108 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2005.

CANTARELLI, E. B.; COSTA, E. C.; MOREL, A.; PEZZUTTI, R. V. Avaliação de óleos essenciais de acículas de *Pinus taeda* quanto à preferência no corte por formigas. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 16., 2003, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2003. p. 477-479.

CANTARELLI, E. B.; COSTA, E. C.; PEZZUTTI, R.; OLIVEIRA, L. da S. Quantificação das perdas no desenvolvimento de *Pinus taeda* após o ataque de formigas cortadeiras. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 1, p. 39-45, 2008.

CANTARELLI, E. B.; COSTA, E. C.; ZANETTI, R.; CRESTO, M. N.; PEZZUTTI, R. V. Dano causado por *Acromyrmex lobicornis* e *Acromyrmex heyeri* em mudas de *Pinus taeda*. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 17., 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 2005. p.164- 166.

CANTARELLI, E. B.; COSTA, E. C.; ZANETTI, R.; PEZZUTTI, R. V. Plano de amostragem de *Acromyrmex* spp. (Hymenoptera: Formicidae) em áreas de pré-plantio de *Pinus* spp. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 385-390, 2006.

CEDENO, A. Terpenoids and the leaf-cutting ant-fungus mutualism. **Ecotropics**, v. 2, n. 2, p. 73-79, 1989.

CHAVES, L. J. **Tamanho da parcela para seleção de progênies de milho (*Zea mays*)**. 148 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1985.

CHERRETT, L. M. The foraging behavior of *Atta cephalotes* (L.) (Hymenoptera: Formicidae). Foraging patterns and plant species attacked in tropical rain forest. **Journal of Animal Ecology**, v. 37, p. 387-402, 1968.

CHERRETT, L. M. Some factors involved in the selection of vegetable substrate by *Atta cephalotes* (L.) (Hymenoptera: Formicidae) in tropical forest. **Journal of Animal Ecology**, v. 41, p. 647-660, 1972.

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

CROFT, B. A.; HOYT, S. C. **Integrated management of insects pests of pome and stone fruits**. New York: Wiley Interscience, 1983. 454 p.

DAVIS, P. M. Statistics for describing populations. In: PEDIGO, L.; BUNTIN, G. D. (Eds.). **Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, p. 33-54, 1993.

DELLA LUCIA, T. M. C.; ANJOS, N.; SILVA, A. M.; BARCELOS, J. A. V.; BENTO, J. M. S.; FOWLER, H. G.; FORTI, L. C.; FREITAS, G. D.; MORAES, E. J.; MOREIRA, D. D. O.; OLIVEIRA, A. C.; OLIVEIRA, M. A.; PINHÃO, M. A. S.; VILELA, E. F.; YASSU, W. K. **As formigas cortadeiras**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1993. 262 p.

DESLIPPE, R. J.; SAVOLAINEN, F. C. On some aspects of spatial pattern in biological populations. **Science**, v. 121, p. 397-398, 1955.

DIEHL-FLEIG, E.; LUCCHESI, M. E. P. Nests foundation by *Acromyrmex striatus* (Hymenoptera: Formicidae). In: BILLEN, J. (ed.). **Biology and evolution of social insects**. Leven: University Press, p. 51-54, 1992.

DIEHL-FLEIG, E.; ROCHA, E. S. Escolha do solo por fêmeas de *Acromyrmex striatus* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae) para construção do ninho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n.1, p. 41-45. 1998.

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

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina**. Curitiba, 1988. 113 p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 21).

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

FERNANDES, E. J. **Sistemas de amostragem e decisão seqüencial e não seqüencial em inspeções de campos de produção de sementes de soja**. 88 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias). Faculdades de Ciências Agrônômicas, UNESP, Jaboticabal, SP. 1987.

FERNÁNDEZ, F. **Subfamilia Myrmicinae**. In: FERNÁNDEZ, F. Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Colômbia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, p. 307-330, 2003.

FORTI, L. C.; ANDRADE, M. L. DE; ANDRADE, A. P. P.; LOPES, J. F. S.; RAMOS, V. M. Bionomics and identification of *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) through an illustrated key. **Sociobiology**, v. 48, n. 2, 2006.

FORTI, L. C.; CAMARGO, R. S.; MATOS, C. A. O.; ANDRADE, A. P. P.; LOPES, J. F. Aloetismo em *Acromyrmex subterraneus brunneus* Forel (Hymenoptera, Formicidae), durante o forrageamento, cultivo do jardim de fungo e devolução dos materiais forrageados. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, n. 1, p. 59-63, 2004.

FORTI, L. C.; CROCOMO, W. B.; GUASSU, C. M. de O. **Bioecologia e controle das formigas cortadeiras de folhas em florestas implantadas**. Botucatu, SP: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, n. 4, 1987. 30 p. Boletim Didático.

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

FOWLER, H. G.; STILES, E. W. 1980. Conservative resource management by leaf-cutting ants. The role of foraging territories and trails, and enviromental patchiness. **Sociobiology**, v. 5, p. 24-41, 1980.

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

GONÇALVES, C. R. O gênero *Acromyrmex* no Brasil (Hymenoptera: Formicidae). **Studia Entomologica**, v. 4, n. 1-4, p. 113-180, 1961.

HERNÁNDEZ, J. V.; JAFFÉ, K. Dano econômico causado por populações de formigas *Atta laevigata* (F. Smith) em plantações de *Pinus caribaea* Mor. e elementos para o manejo da praga. . **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, p. 287-298, 1995.

HOEFLICH, V. F. O papel das florestas para o desenvolvimento da sociedade brasileira. **Revista da Madeira**, v. 14, n. 83, p. 14-20, 2004.

HÖLLDOBLER, B.; E.O. WILSON. **The ants**. Cambridge: Harvard University Press, 1990. 733p.

HUBBELL, S. P., WIEMER, D. F. Host plant selection by Attini ant. In: JAISSON, P. (Ed.). **Social insects in the tropics**. Paris: University of Paris Press, v. 2, p. 133-157, 1983.

KEMPF, W.W. Catálogo abreviado das formigas da Região Neotropical (Hymenoptera: Formicidae). **Studia Entomologica**, v. 15, n. 1-4, p. 3-344, 1972.

KREBS, C. J. **Ecological methodology**. New York: Harper and Hall, 1989. 654 p.

KOGAN, M.; HERZOG, D. C. Sequential sampling. In: KOGAN, M.; HERZOG, D. C (Eds.). **Sampling methods in soybean entomology**. New York: Springer-Verlag, 1980. p. 65-97.

KUNO, E. Sampling and analysis of insects populations. **Annual Review of Entomology**, v. 36, p. 285-304, 1991.

LARANJEIRO, A. J. **Controle de formigas cortadeiras em reflorestamentos: propagação, operação e monitoramento**. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO NO CONTROLE DE FORMIGAS CORTADEIRAS, 2, Piracicaba, 1994. 24 p.

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

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

LI, S. Y.; FITZPATRICK, S. M. Monotoring obliquebanded leafroller (Lepidoptera: Tortricidae) larvae and adults on raspberries. **Environmental Entomology**, v. 26, n. 2, p. 170-177, 1997.

LIMA, P. P. S. **Formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) com ênfase as culturas de pinus e eucaliptos**. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 1991.

LIMA, C. A.; DELLA LÚCIA, T. M. C.; ANJOS, N.S. **Formigas cortadeiras: biologia e controle**. Viçosa: UFV, 2001. 28 p. (Boletim de extensão; 44).

LINK, D.; LINK, F. M.; OLIVEIRA, A. A. de. Potencial de dano da formiga pampa, *Acromyrmex aspersus*, em mudas de eucalipto. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 2., 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2001a. p. 665-669.

LINK, D.; LINK, F. M.; OLIVEIRA, A. A. de. Potencial de dano da formiga preta, *Acromyrmex crassispinus*, em mudas de eucalipto e de pinus. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 2., 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2001b. p. 671-676.

LINK, H. M.; LINK, F. M.; LINK, D. Controle da formiga-preta-pastadeira, *Acromyrmex crassispinus*, com formicidas em pó. **Ciência Florestal**, v.10, n.1, p. 45-56, 2000.

LITTLEDYKE, M.; CHERRETT, J. M. Direct ingestion of plants sap from cut leaves by the leaf-cutting ants *Atta cephalotes* (L.) and *Acromyrmex octospinosus* (Reich) (Hymenoptera: Formicidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 66, p. 205-217, 1976.

LITTLEDYKE, M. & CHERRETT, J. M. Defence mechanisms in young and old leaves against cutting by the leaf-cutting ants, *Atta cephalotes* (L.) and *Acromyrmex octospinosus* (Reich) (Hymenoptera: Formicidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 68, n. 2, p. 263-271, 1978.

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

MAYHÉ-NUNES, A. J. **Estudo de *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) com ocorrência constatada no Brasil: subsídios para uma análise filogenética.** 122 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 1991.

MOUTINHO, P. R. S.; NEPSTAD, D. C.; ARAUJO, K.; CHISTOPHER, U. Formigas e florestas: estudo para a recuperação de áreas de pastagem. **Ciência Hoje**, v.15, n.88, p.59-60, 1993.

MOREIRA, D.; TONHASCA JUNIOR, A. Ecologia e controle de formigas cortadeiras. Campos dos Goytacazes, RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 1998. 24 p. (UENF. Boletim técnico, 06)

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 Entomologia do Brasil**, v. 24, n. 2, p. 389-400, 1996.

NICKELE, M. A.; REIS FILHO, W.; IEDE, E. T.; CALDATO, N.; BRIDI, G. FERREIRA, A. C. Densidade de formigueiros e danos causados por *Acromyrmex crassispinus* (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) em plantio inicial de *Pinus taeda*. **O Biológico**, São Paulo, v. 69, supl. 2, p. 542, 2007.

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

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

PACHECO, P.; REIS FILHO, W.; BRIDI, G.; SAWINSKI, J.; BERTI FILHO, E. Verificação da sazonalidade do controle de formigas quenquéns na região de Três Barras - SC. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 8., 2003, São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 2003. **Pôsteres**.

PACHECO, P., REIS, W., BRIDI, G. Verificação da aceitação e ação de iscas formicidas em diferentes períodos do ano para formigas quenquéns – resultados preliminares. In: ENCONTRO DE MIRMECOLOGIA, 15., 2001. Londrina. **Anais...** Londrina, IAPAR, 2001. p. 267-268.

PENTEADO, S. R. C.; OLIVEIRA, E. B.; IEDE, E. T. Amostragem sequencial para determinação dos níveis de ataque de *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae) em povoamentos de *Pinus* spp. In: CONFERÊNCIA REGIONAL DA VESPA-DA-MADEIRA, *Sirex noctilio*, NA AMÉRICA DO SUL (Florianópolis 1992). **Anais...** Colombo: Embrapa/FAO/USDA/FUNCEMA, 1993. p. 175-181.

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

RABINOVICH, J. E. **Introducción a la ecología de poblaciones animales**. México: Comp. Ed. Continental, 1980. 313 p.

RAMOS, V. M.; FORTI, L. C.; ANDRADE, A. P. P.; LOPES, J. F. S.; CAMARGO, R. S.; VERZA, S. S.; NORONHA, N. C. Densidade e distribuição espacial de colônias de *Atta sexdens rubropilosa* e *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) em área de plantio de *Eucalyptus* spp. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 16., 2003, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2003. p. 174-176.

REIS FILHO, W.; OLIVEIRA, S. de. **Atividade externa, carregamento de isca granulada e Controle de *Acromyrmex crassispinus* em floresta de *Pinus taeda***. Colombo: Embrapa Florestas, 2002, 3 p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 78).

REIS, M. A. **Estudo de métodos de amostragem e de distâncias para amostragem de formigas cortadeiras em eucaliptais**. 55 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2005.

REIS, M.A.; ZANETTI, R. Distribuição espacial e tamanho ótimo de parcelas para amostragem de formigueiros em eucaliptais da Cenibra. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 17., 2005, Campo Grande. **Resumos...** Campo Grande, 2005. p. 271-273.

REIS, M. A.; ZANETTI, R.; SCOLFORO, J. R. S; FERREIRA, M. Z.; RIZENTAL, M. S. Desenvolvimento e validação de um plano de amostragem de formigas cortadeiras em eucaliptais pelo método de transectos em faixa In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 17., 2005, Campo Grande. **Resumos...** Campo Grande, 2005. p. 428-430.

RIBEIRO, G. T.; WOESSNER, R. A. Efeito de diferentes níveis de desfolha artificial, para avaliação de danos causados por saúvas (*Atta* spp.), em árvores de *Gmelina arborea* Linneé e de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr., Golf. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 9, p. 261-272, 1980.

SIMAS, V. R.; COSTA, E. C.; SIMAS, C. A. Estudo comparativo da herbivoria constatada em áreas de nidificação de *Atta vollenweideri* Forel, 1983 (Hymenoptera: Formicidae). In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 16., 2003, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2003. p. 313-315.

SILVA, M. A.; DELLA LUCIA, T.M.C.; ANJOS, N. Simulação de ataque de formigas cortadeiras em árvores jovens de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. In: INTERNATIONAL PEST ANT SYMPOSIUM, 6., 1995. Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: UESC, 1995. p.10.

SILVA, W. L. da.; SCHOEREDER, J. H. **Formigas saúvas preferem diferentes tipos de solos?** Disponível em: <www.insecta.ufv.br/iussibr/Modelo%20de%20Resumo.doc> Acesso em: 18 jul. 2006.

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

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Fatos e números do Brasil Florestal.** São Paulo: SBS, 2006. 109 p.

SOSSAI, M. F.; ZANUNCIO, J. C.; LEITE, H. G.; ZANETTI, R; SERRÃO, J. E. Transects to estimate the number of leaf-cutting ant nests (Hymenoptera: Formicidae) in *Eucalyptus urophylla* plantations. **Sociobiology**, v.46, p.667-676, 2005.

TAYLOR, L. R. Assessing and interpreting the spatial distribution of insects population. **Annual Review of Entomology**, v. 29, p. 321-357, 1984.

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

WATERS, W. E. Sequential sampling in forest insect surveys. **Forest Science**, v. 1, n. 1, p. 68-79, 1955.

WEBER, N. A. Growth of young *Acromyrmex* colonies in their first year (Hymenoptera, Formicidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 60, n. 3, p. 506-508, 1967.

WEBER, N. A. Fungus ants. In: HERMANN, H. R. **Social Insects.** New York: Academic Press, 1982. p. 255-263.

WILSON, E. O. **The insect societies**. Cambridge: Harvard University Press, 1971. 548 p.

YOUNG, L. J.; YOUNG, J. H. **Statistical ecology: a population perspective**. Boston, Kluwer Academic Publishers, 1998. 565 p.

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

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

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

ZANETTI, R.; MENDONÇA, L. A. Plano de amostragem seqüencial de formigas cortadeiras em reflorestamentos da Cenibra em Belo Oriente, MG. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 17., 2005, Campo Grande. **Resumos...** Campo Grande, 2005. p.408-410.

ZANETTI, R. Monitoramento de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) em florestas cultivadas. **Biológico**, São Paulo, v.69, suplemento 2, p.129-131, 2007.

ZANETTI, R.; VILELA, E. F.; ZANÚNCIO, 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, 2000b.

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

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

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

ANEXOS

Anexo 1 - Dados meteorológicos obtidos pela estação meteorológica da empresa Battistella Florestal S.A., localizada em Rio Negrinho, SC.

Mês	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Precipitação (mm)
Março 2007	17,3	29,0	101,9
Abril 2007	15,2	24,0	143,9
Mai 2007	10,2	18,8	300,1
Junho 2007	8,4	21,4	37,3
Julho 2007	6,3	18,1	102,4
Agosto 2007	9,1	20,4	29,7
Setembro 2007	12,3	24,2	126,3
Outubro 2007	14,1	24,1	205,5
Novembro 2007	13,9	24,6	207,4
Dezembro 2007	16,0	27,2	167,9
Janeiro 2008	16,2	25,5	284,4
Fevereiro 2008	15,9	26,4	151,3
Média	12,9	23,6	154,8

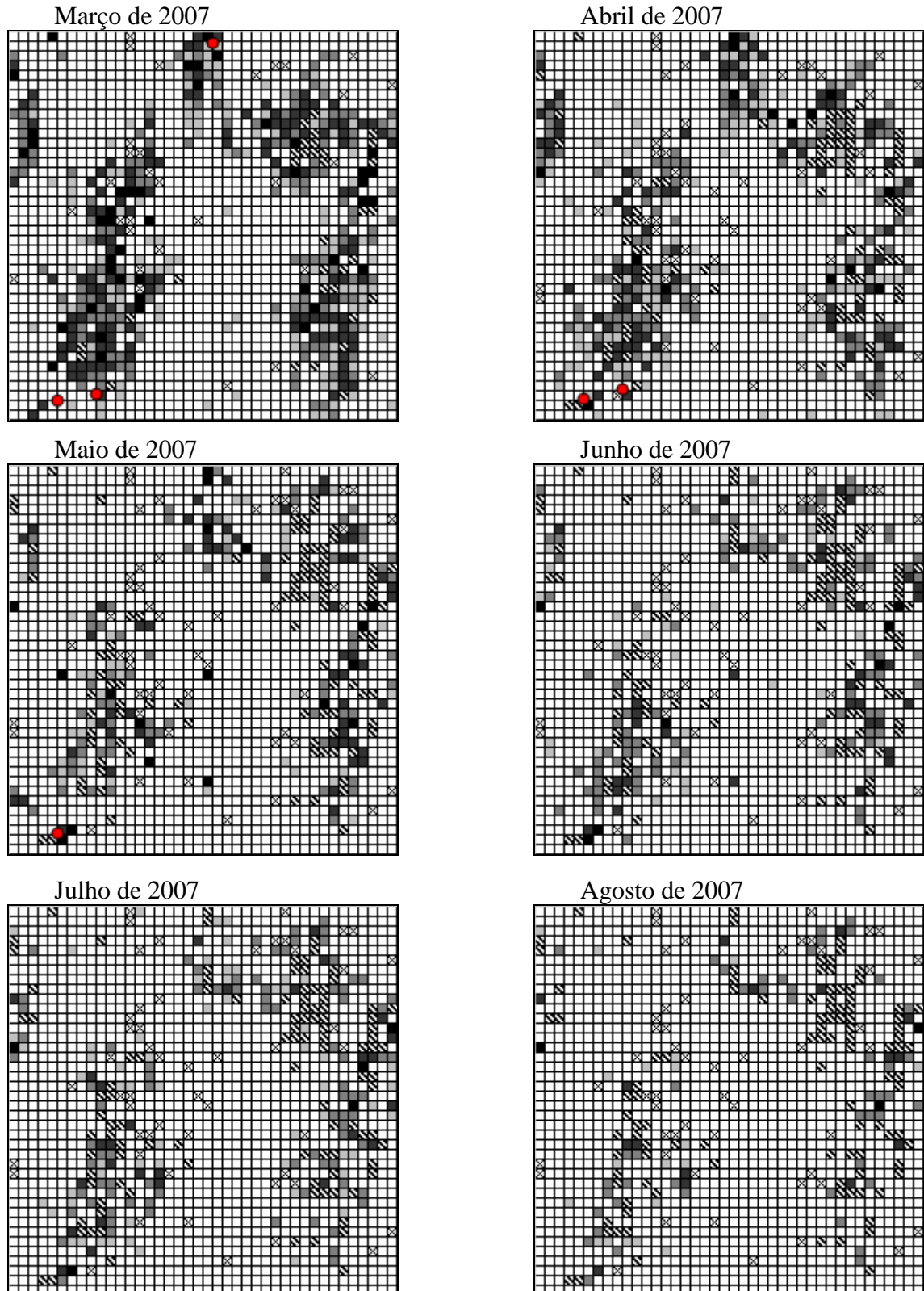
Anexo 2 - Dados meteorológicos obtidos pela estação meteorológica da empresa Rigesa S.A., localizada em Três Barras, SC.

Mês	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Precipitação (mm)
Março 2007	16,0	29,3	82,8
Abril 2007	13,7	24,8	99,3
Mai 2007	7,6	19,8	214,4
Junho 2007	5,7	22,0	28,5
Julho 2007	4,0	19,0	109,5
Agosto 2007	7,8	21,1	19,1
Setembro 2007	10,9	25,4	26,2
Outubro 2007	13,6	25,7	145,5
Novembro 2007	12,9	26,0	231,9
Dezembro 2007	15,1	27,8	178,3
Janeiro 2008	15,9	26,3	138,9
Fevereiro 2008	15,2	27,3	106,9
Março 2008	14,5	26,5	53,3
Média	11,8	24,7	110,4

Anexo 3 - Distribuição espacial de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades e distribuição espacial de plantas de *P. taeda* recém-plantadas atacadas por *A. crassispinus* em diferentes níveis de desfolha. Rio Negrinho, SC.

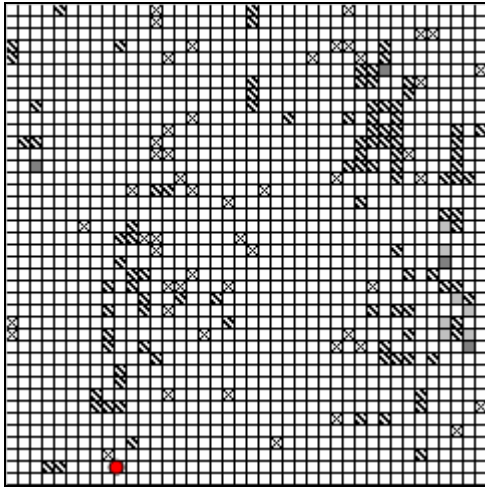


Tratamento 1: área de *P. taeda* recém-plantado – Parcela 1.1

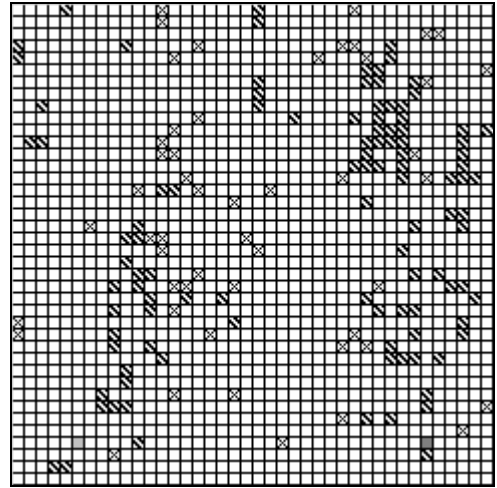




Novembro de 2007

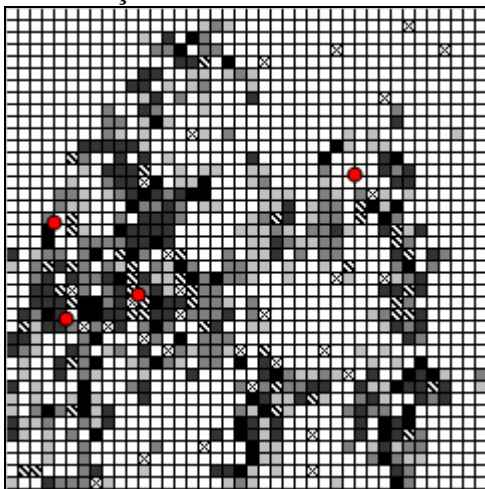


Fevereiro de 2008

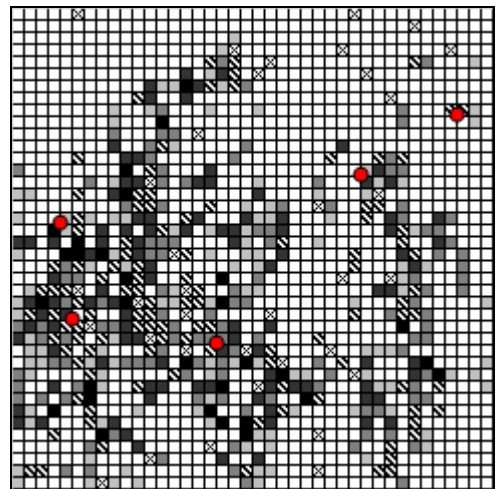


Tratamento 1: área de *P. taeda* recém-plantado – Parcela 1.2

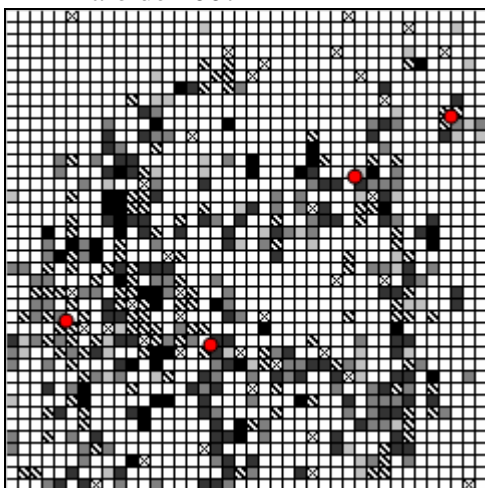
Março de 2007



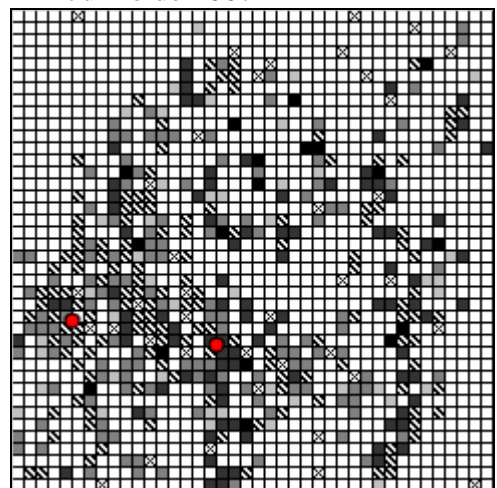
Abril de 2007



Mai de 2007

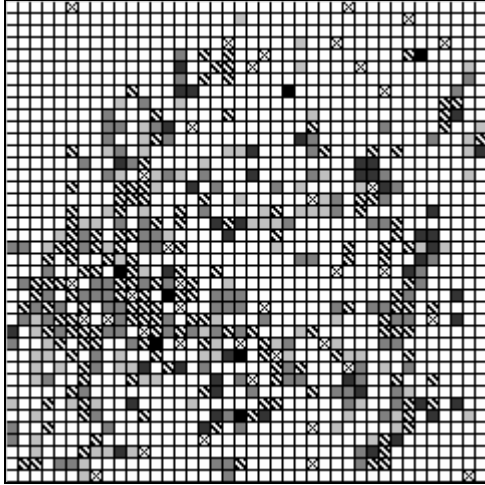


Junho de 2007

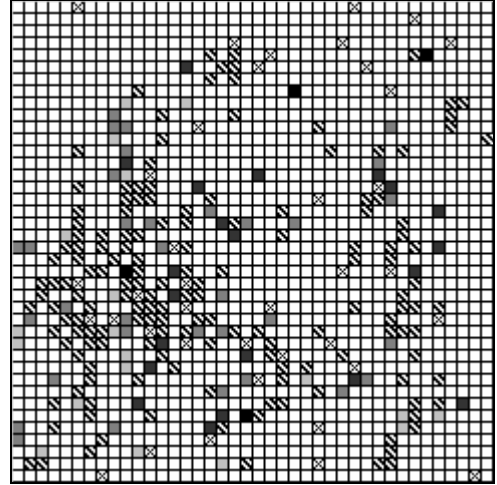


Legenda: □ nível 0 □ nível 1 □ nível 2 □ nível 3 □ nível 4 ▨ morta/formiga ☒ falha ou morta ● formigueiro

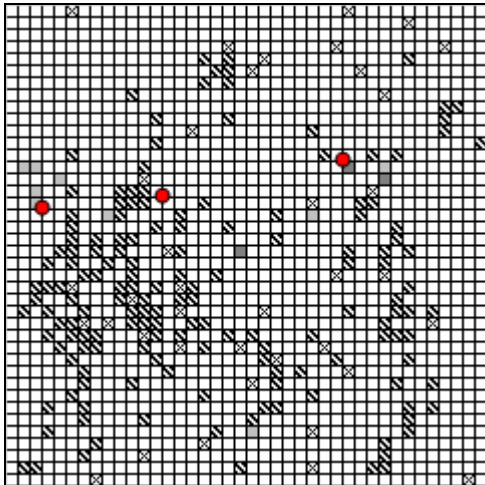
Julho de 2007



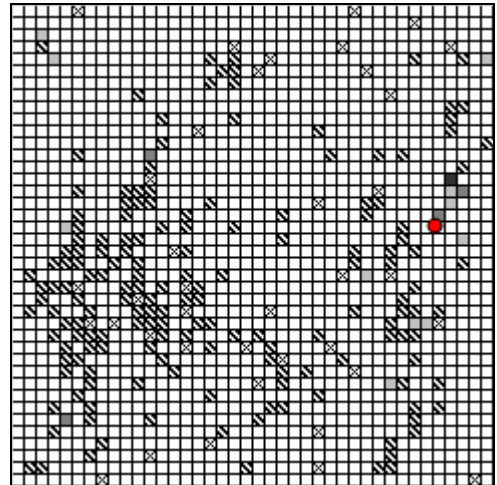
Agosto de 2007



Novembro de 2007

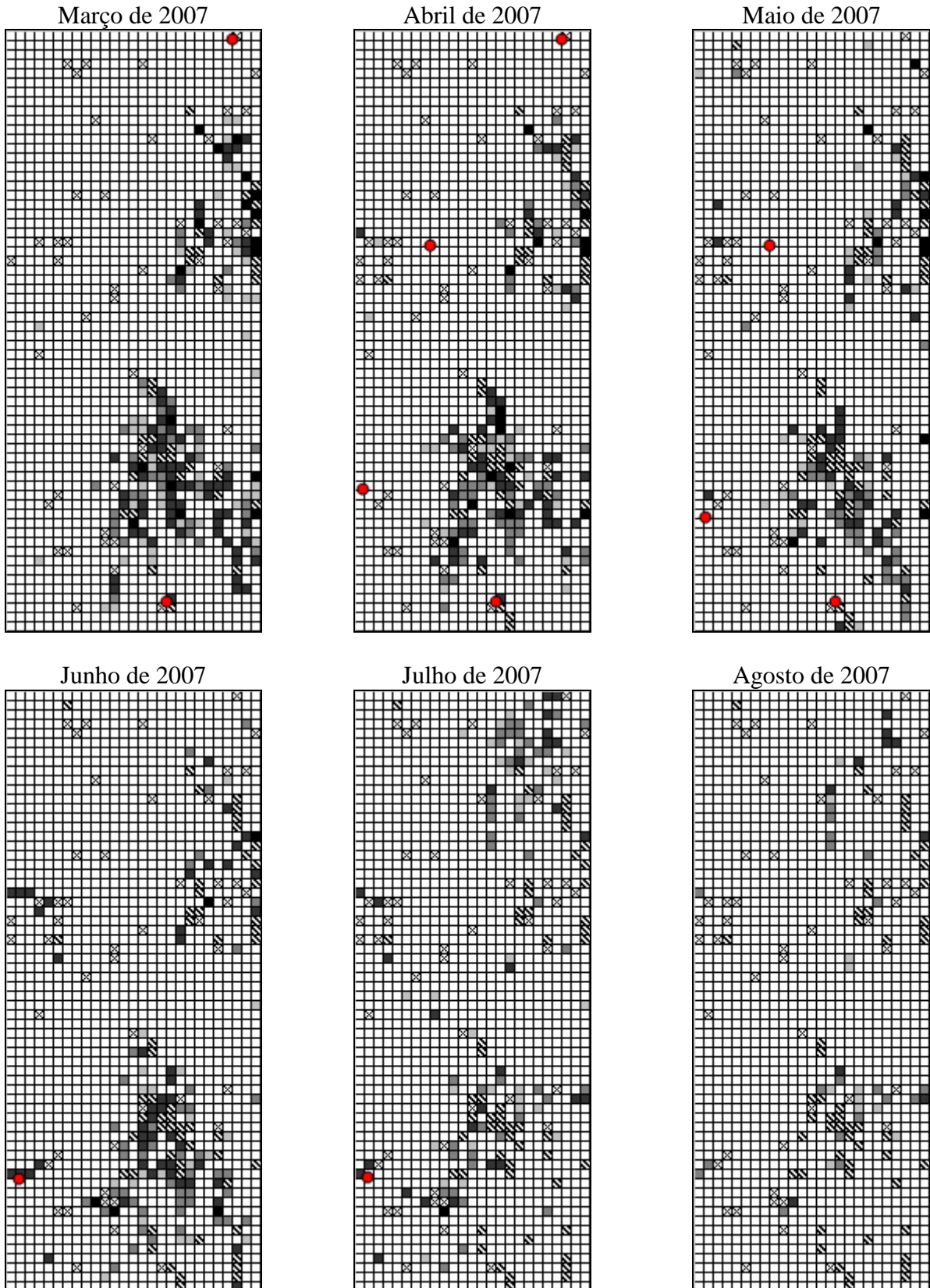


Fevereiro de 2008



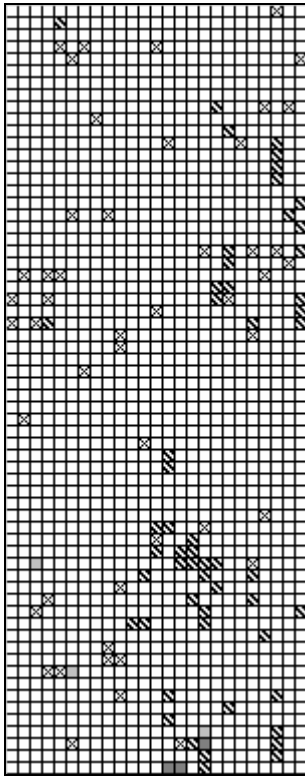


Tratamento 1: área de *P. taeda* recém-plantado – Parcela 1.3

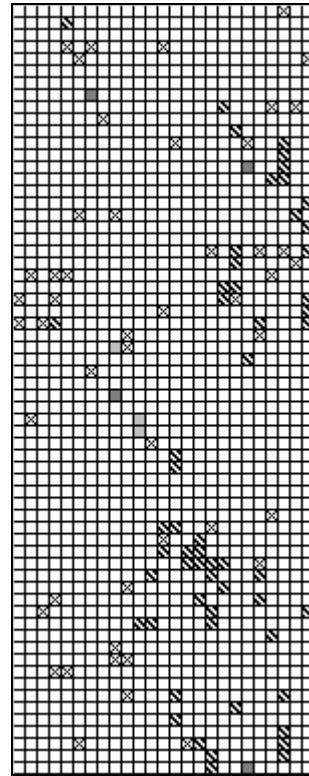




Novembro de 2007

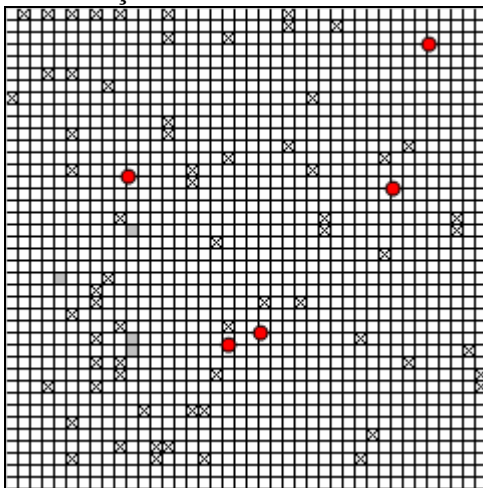


Fevereiro de 2008

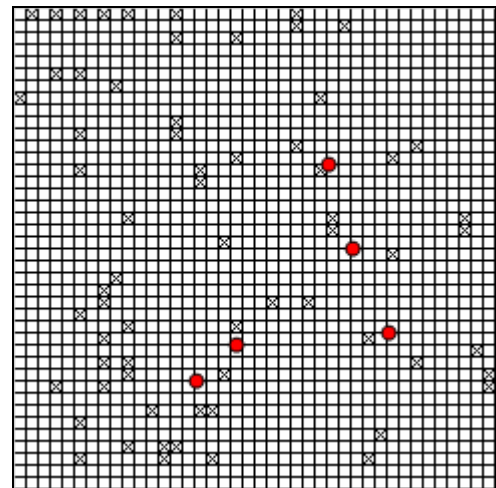


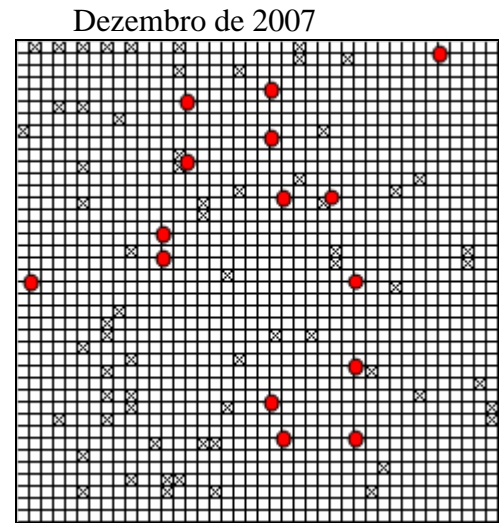
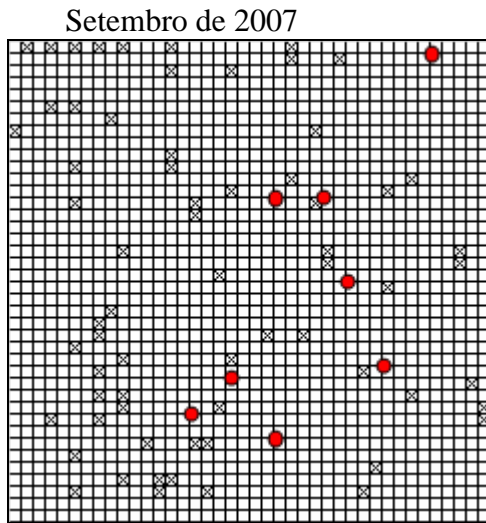
Tratamento 2: área de *P. taeda* com três anos de idade – Parcela 2.1

Março de 2007

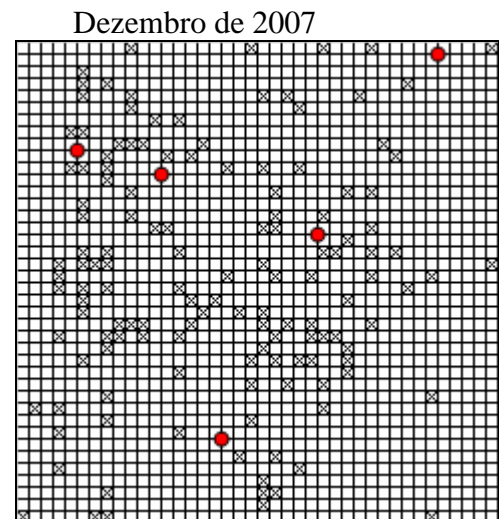
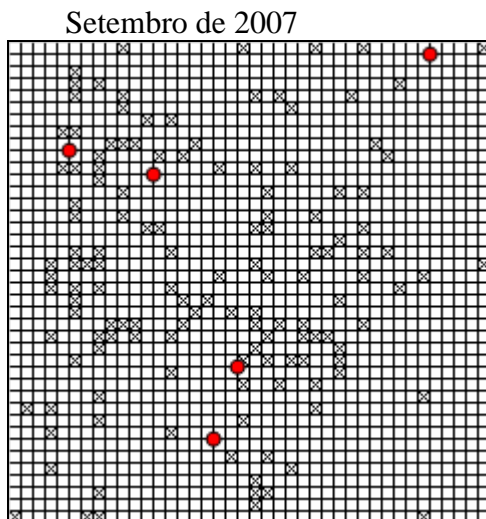
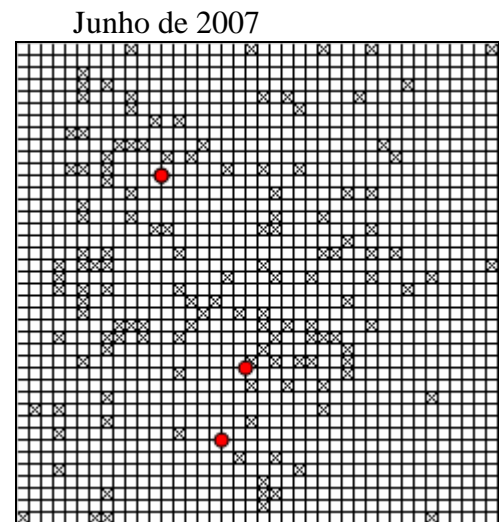
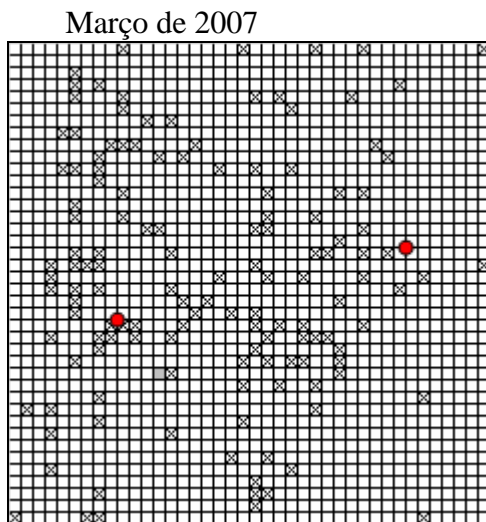


Junho de 2007



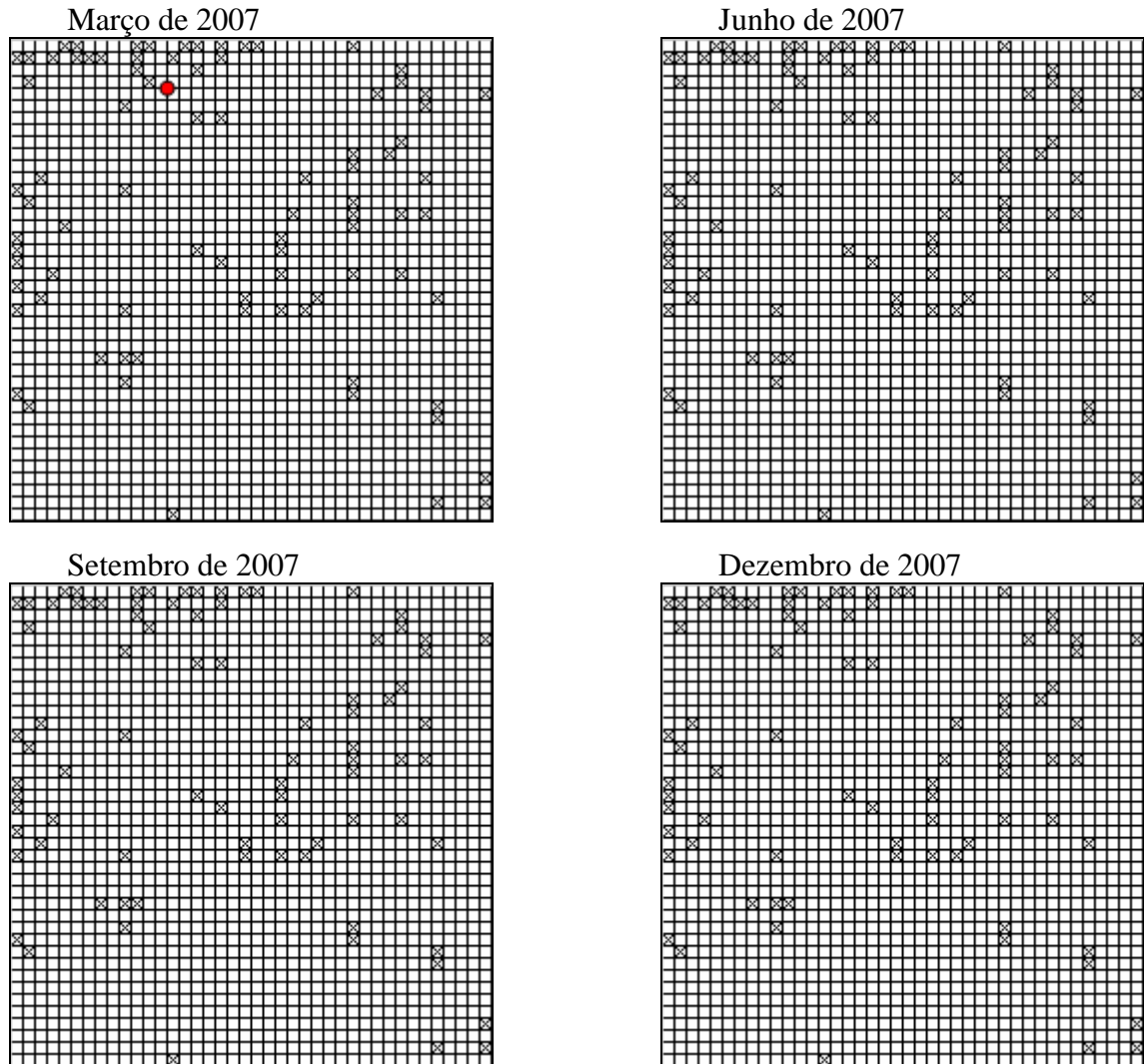


Tratamento 2: área de *P. taeda* com três anos de idade – Parcela 2.2

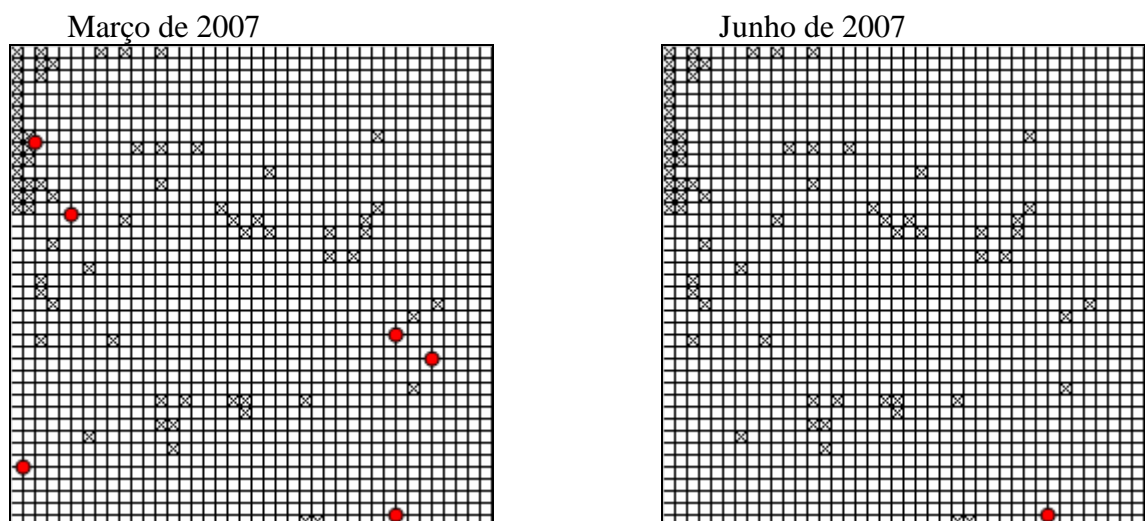




Tratamento 2: área de *P. taeda* com três anos de idade – Parcela 2.3

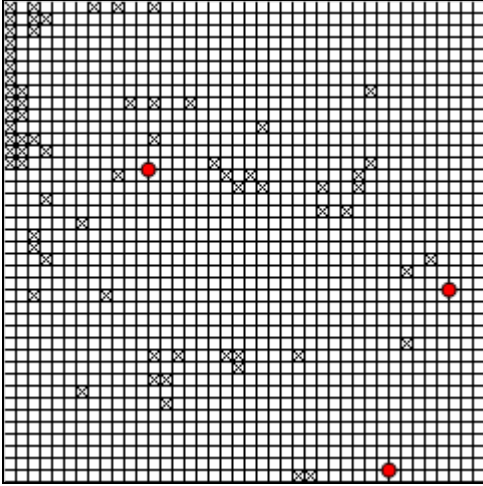


Tratamento 3: área de *P. taeda* com seis anos de idade – Parcela 3.1

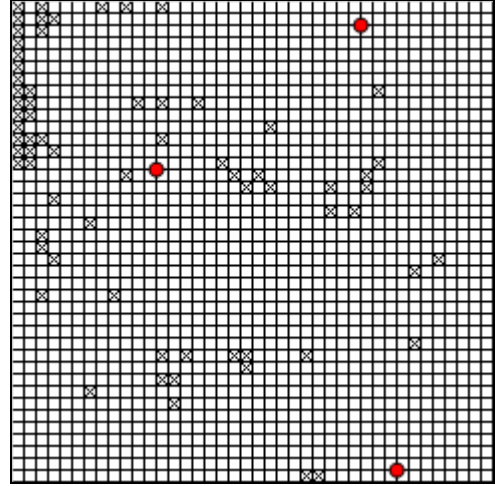


Legenda: □ nível 0 ■ nível 1 ■ nível 2 ■ nível 3 ■ nível 4 ▨ morta/formiga ☒ falha ou morta ● formigueiro

Setembro de 2007

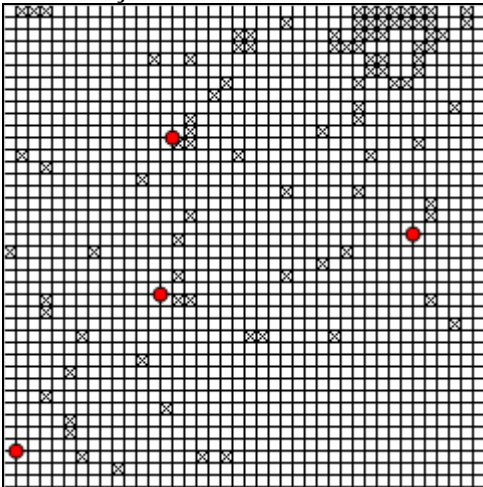


Dezembro de 2007

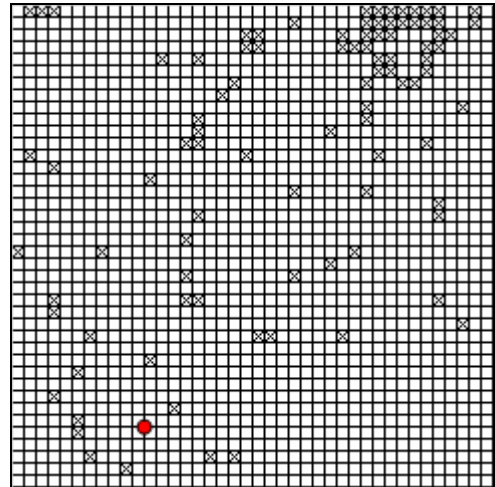


Tratamento 3: área de *Pinus taeda* com seis anos de idade – Parcela 3.2

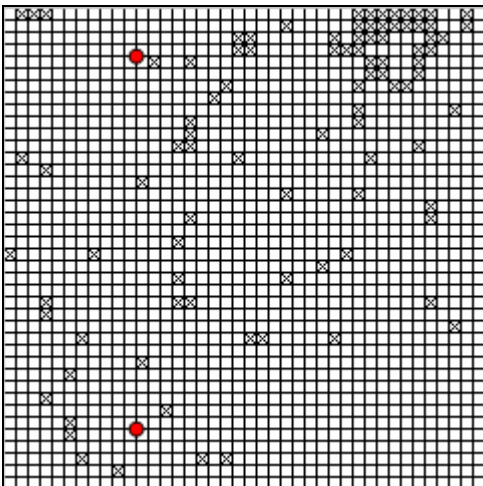
Março de 2007



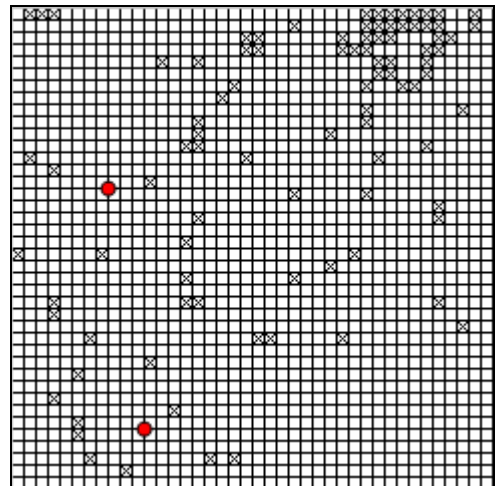
Junho de 2007



Setembro de 2007

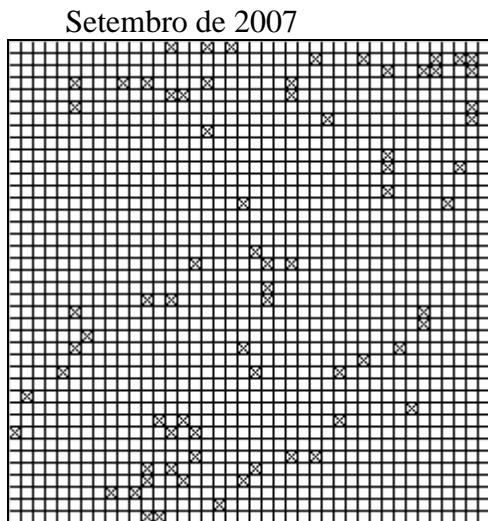
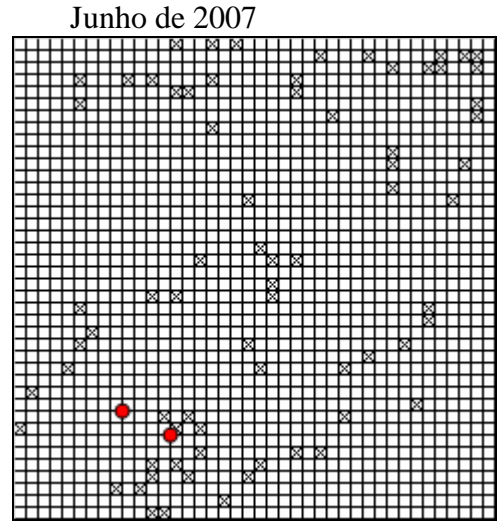
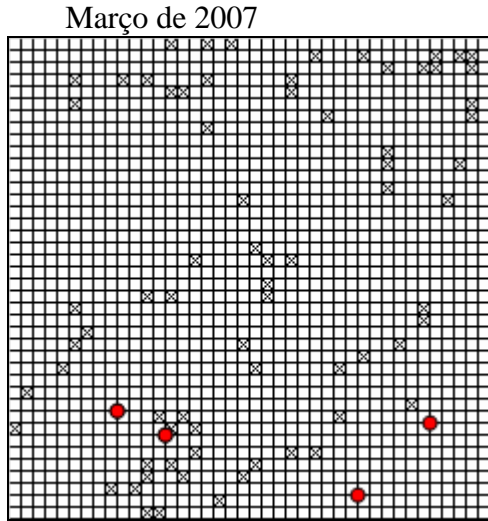


Dezembro de 2007





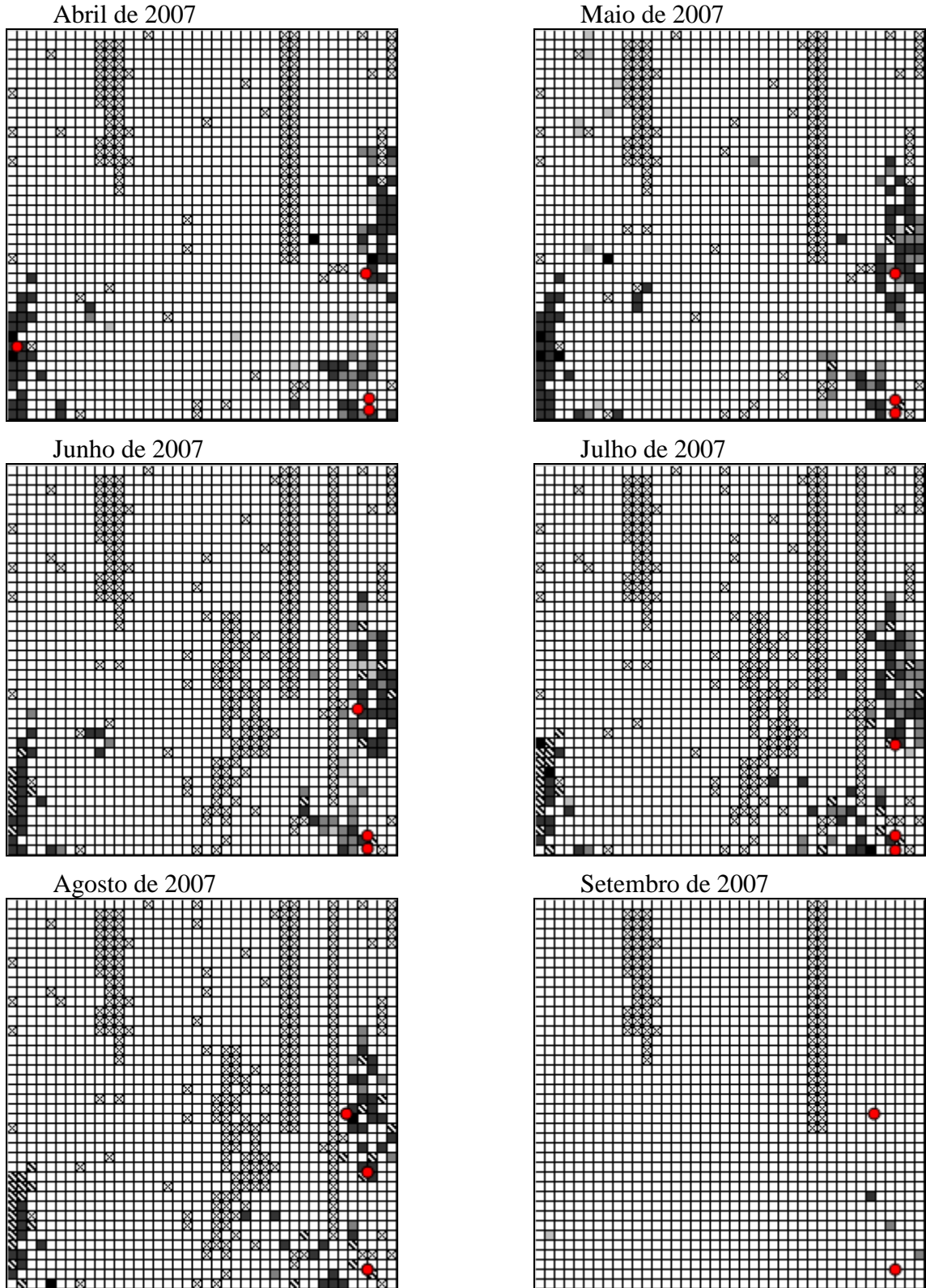
Tratamento 3: área de *Pinus taeda* com seis anos de idade – Parcela 3.3

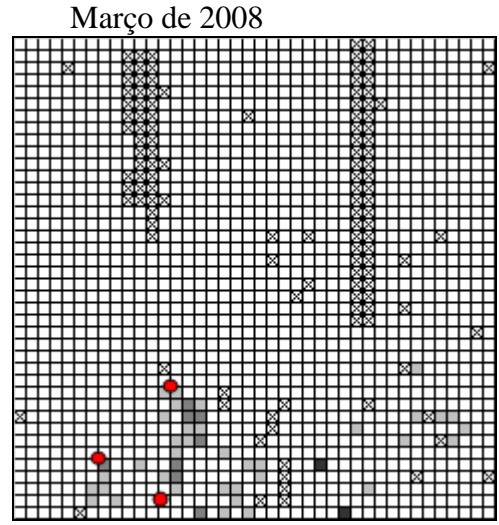
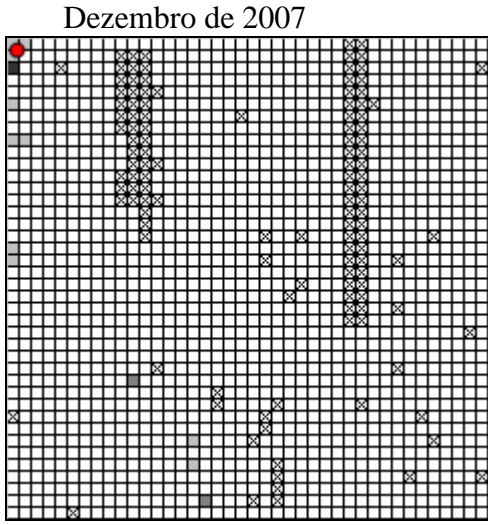


Anexo 4 - Distribuição espacial de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades e distribuição espacial de plantas de *P. taeda* recém-plantadas atacadas por *A. crassispinus* em diferentes níveis de desfolha. Três Barras, SC.

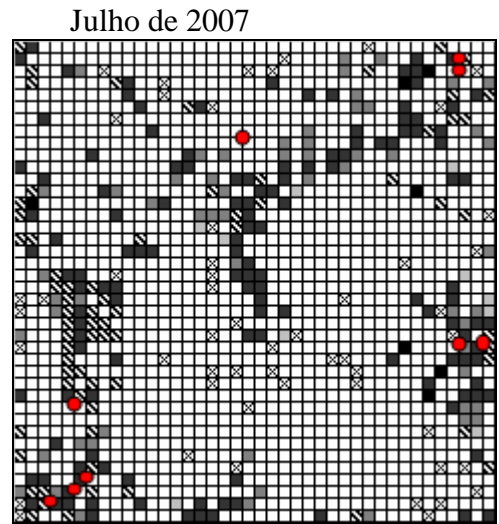
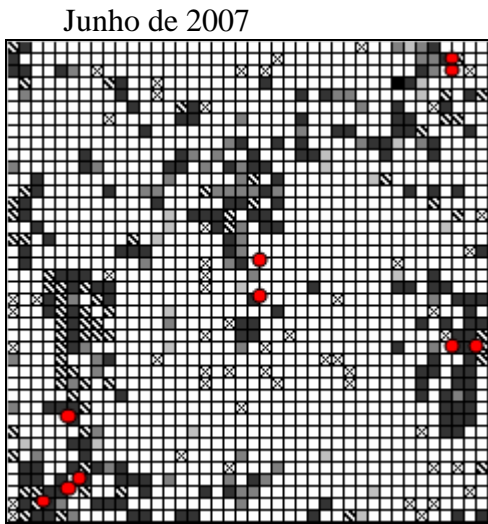
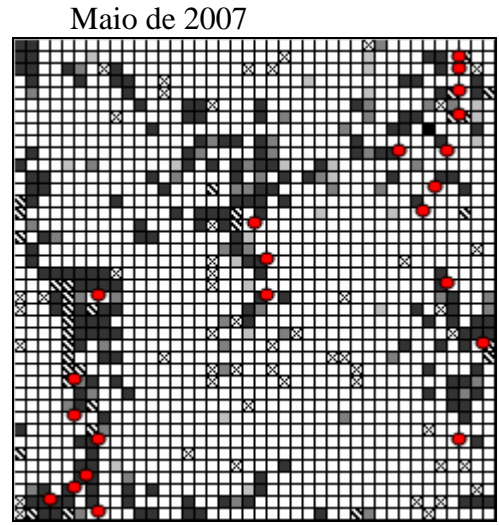
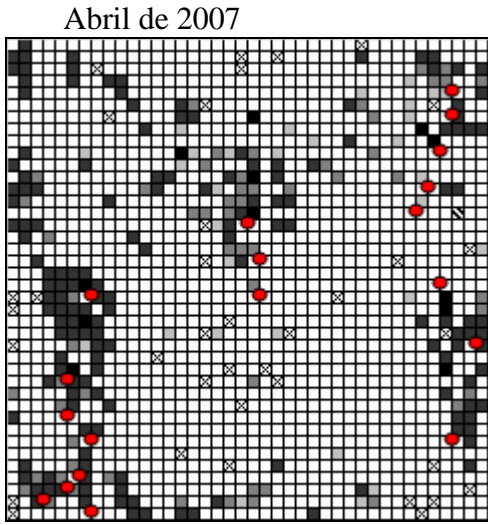


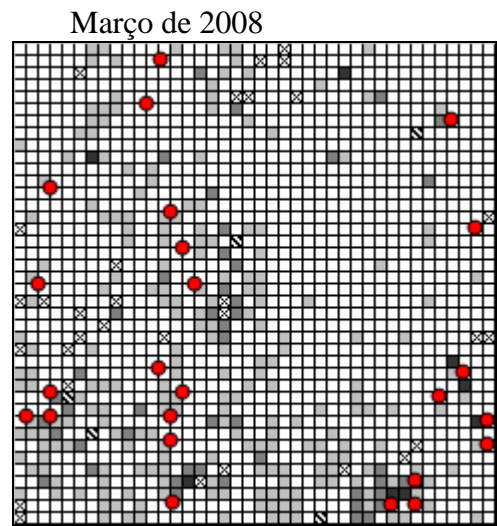
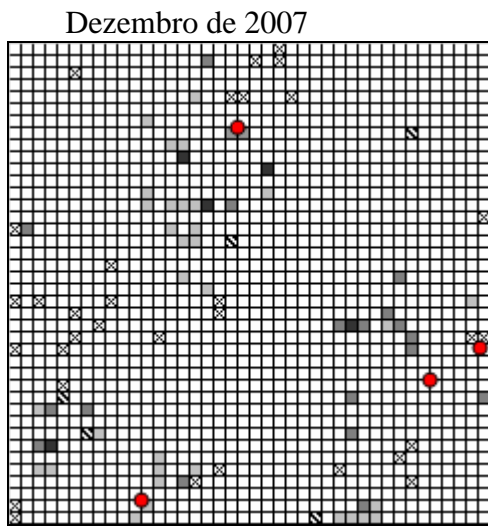
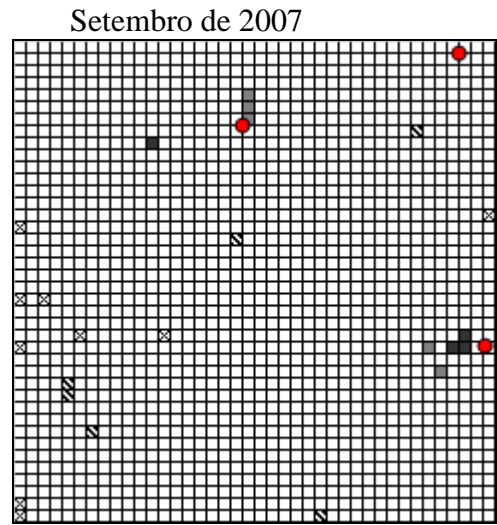
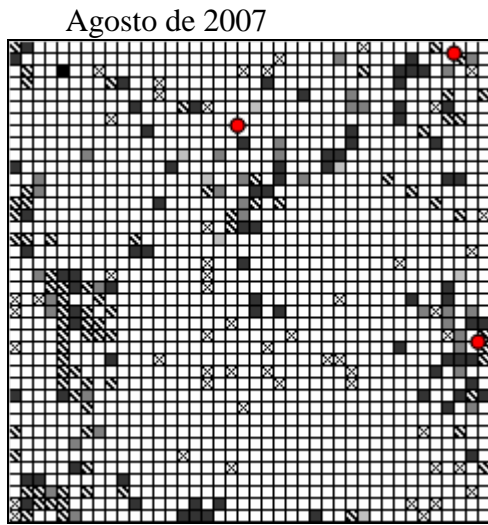
Tratamento 1: área de *P. taeda* recém-plantado – Parcela 1.1



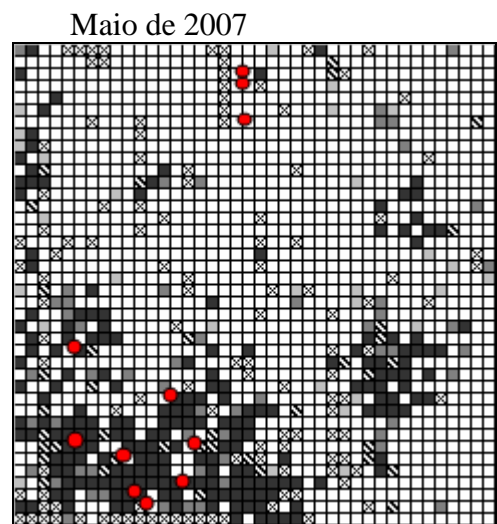
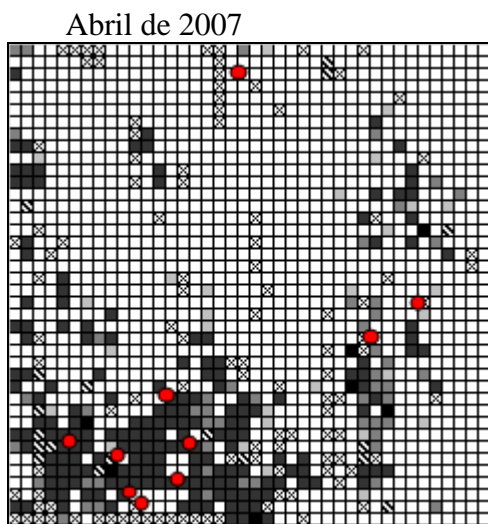


Tratamento 1: área de *P. taeda* recém-plantado – Parcela 1.2



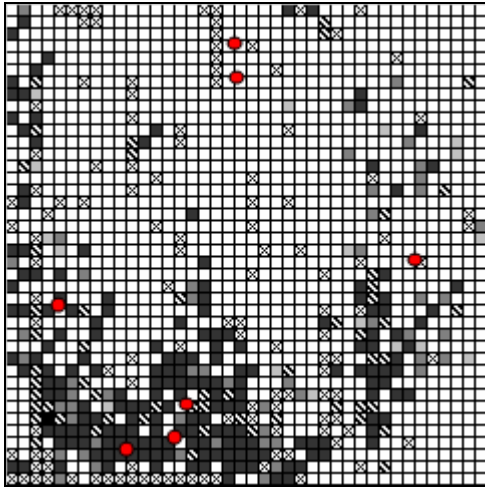


Tratamento 1: área de *P. taeda* recém-plantado – Parcela 1.3

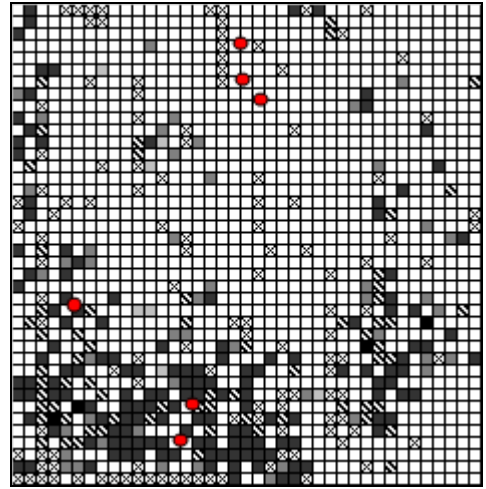




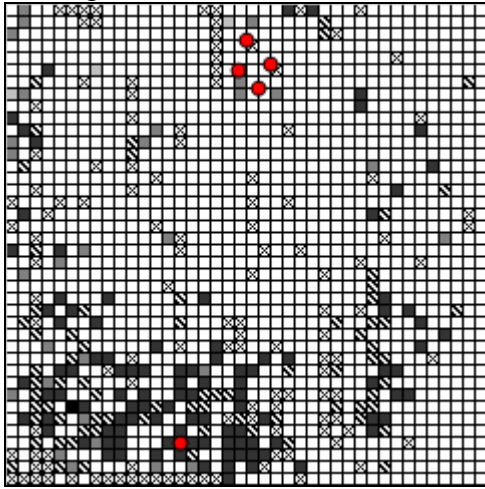
Junho de 2007



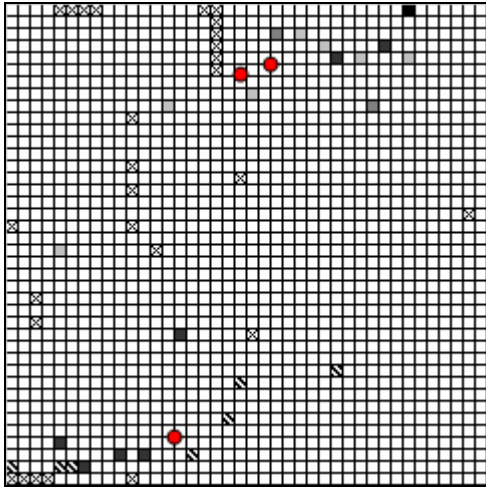
Julho de 2007



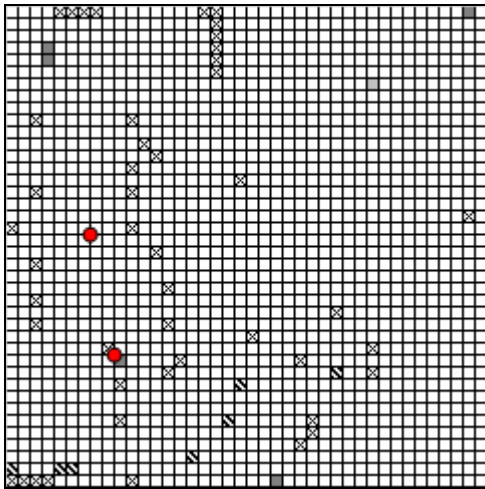
Agosto de 2007



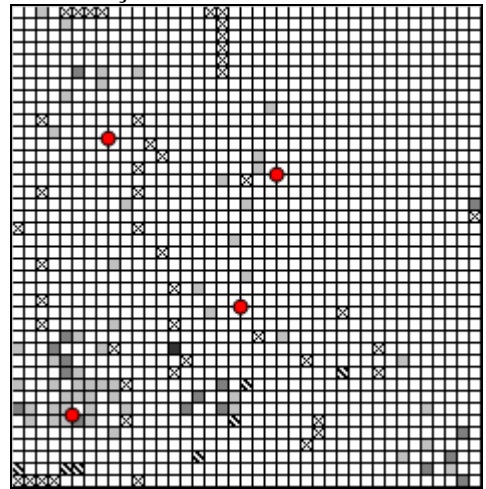
Setembro de 2007



Dezembro de 2007

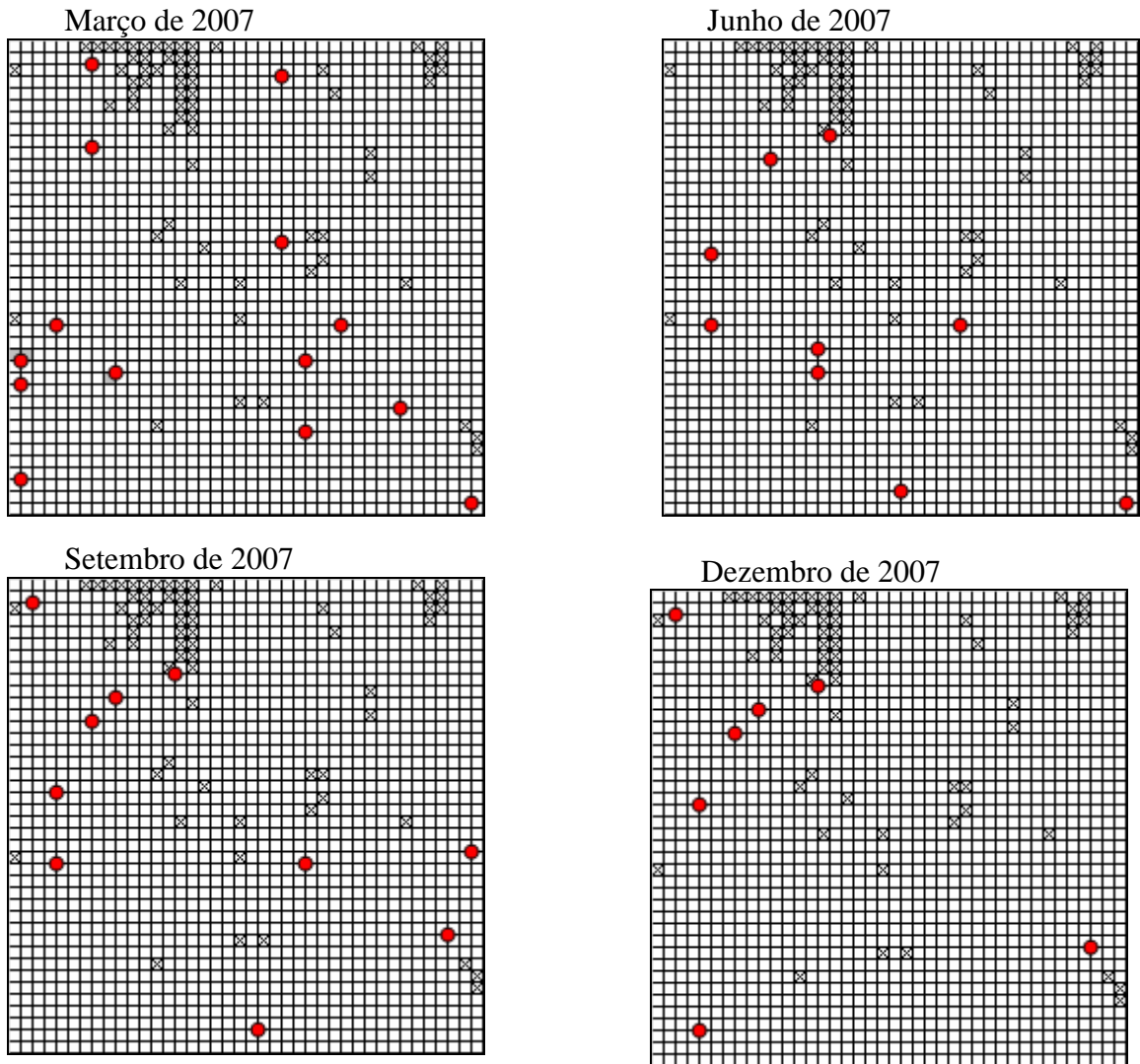


Março de 2008

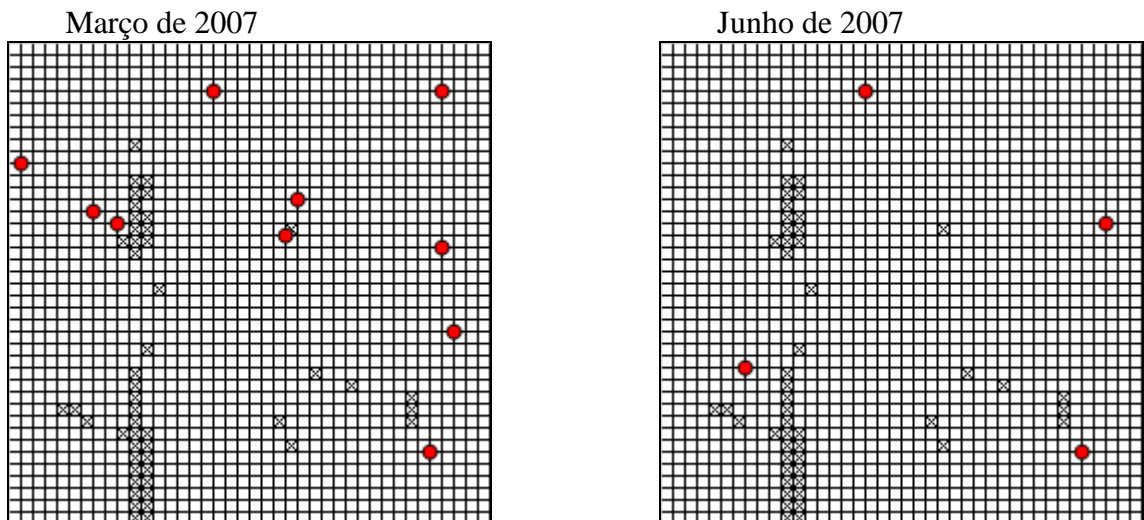


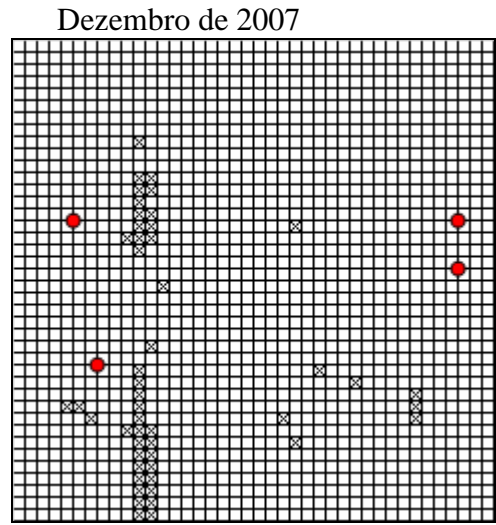
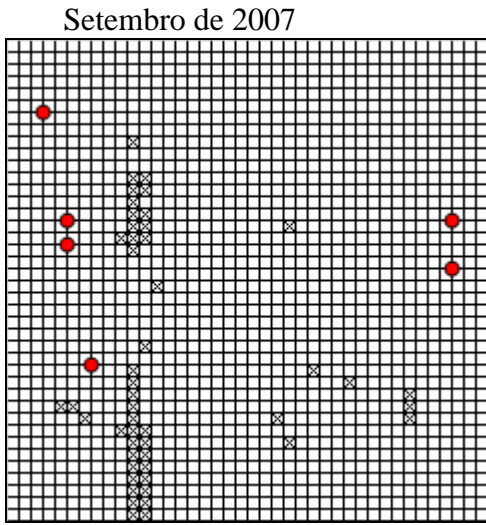


Tratamento 2: área de *P. taeda* com três anos de idade – Parcela 2.1

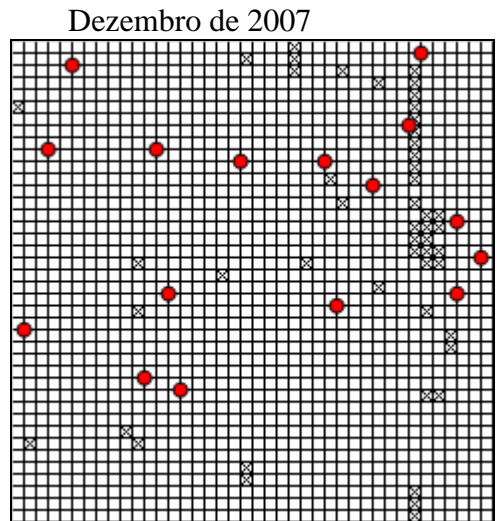
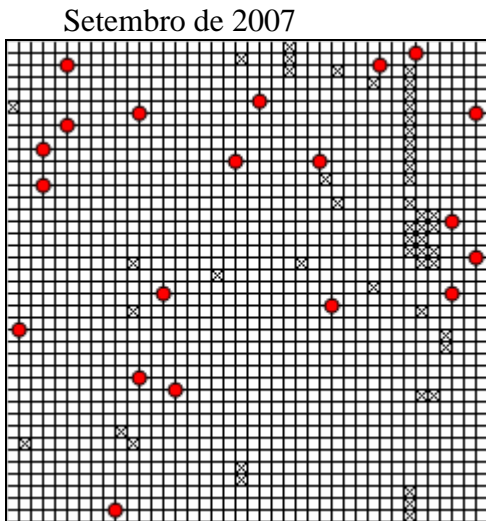
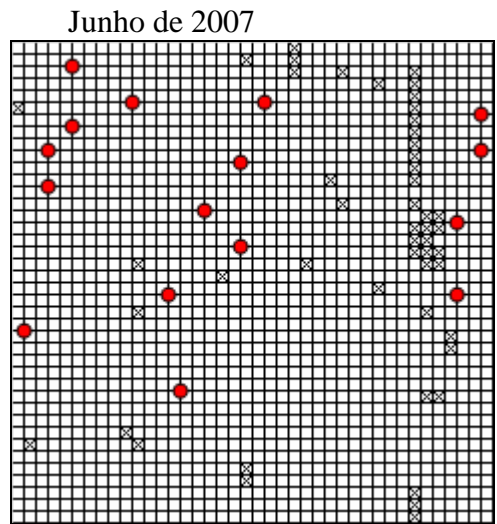
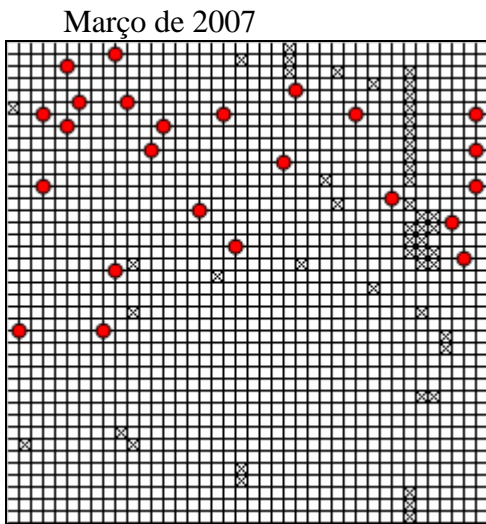


Tratamento 2: área de *P. taeda* com três anos de idade – Parcela 2.2



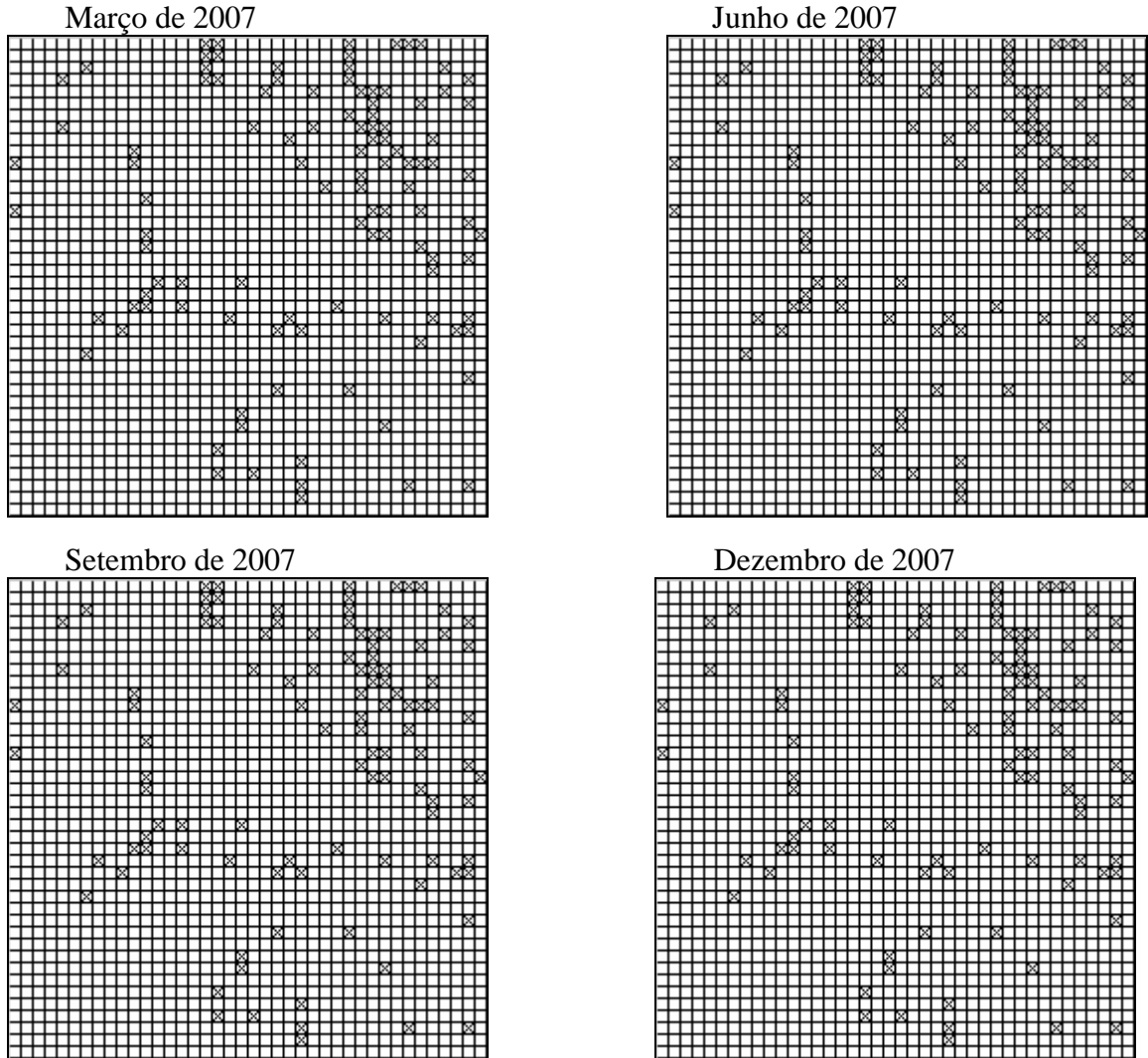


Tratamento 2: área de *P. taeda* com três anos de idade – Parcela 2.3

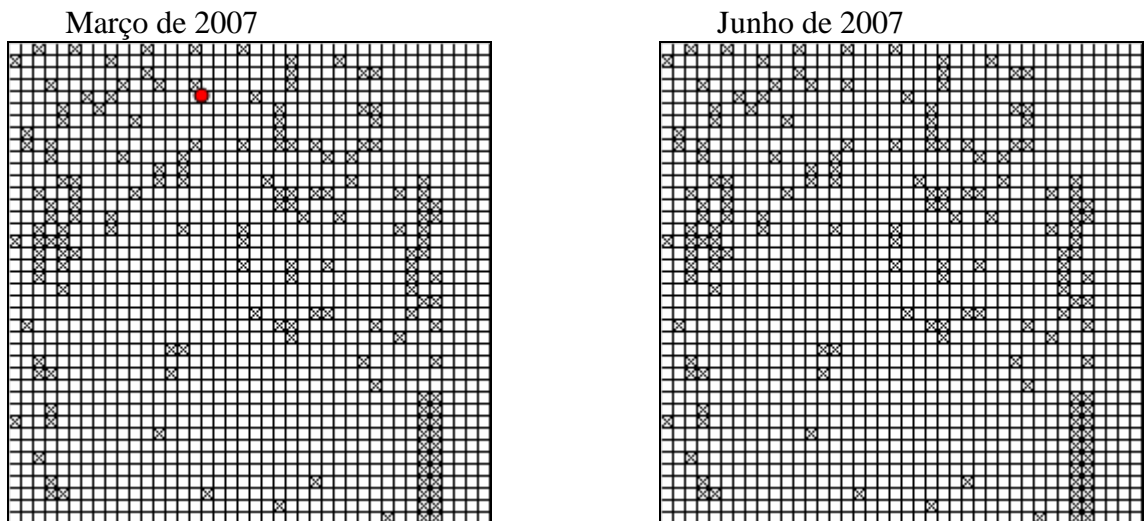


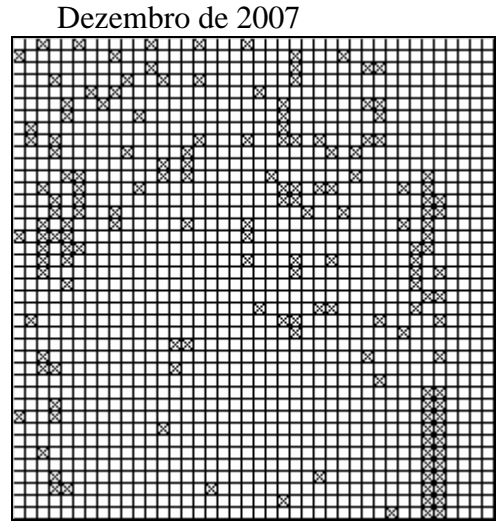
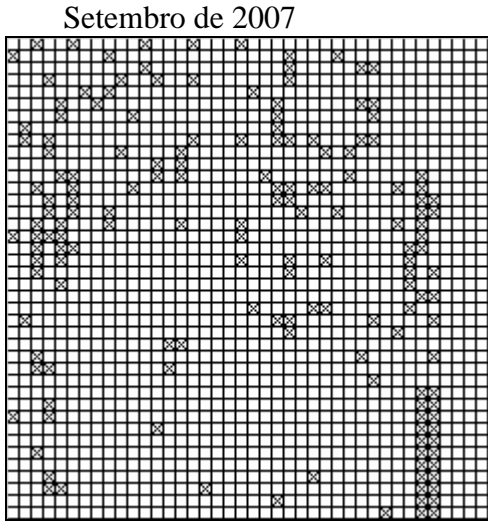


Tratamento 3: área de *P. taeda* com seis anos de idade – Parcela 3.1

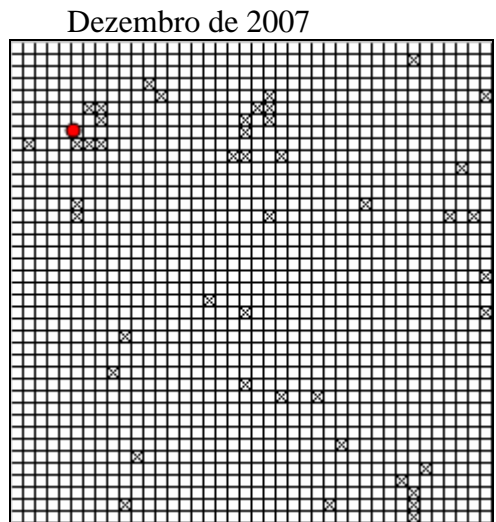
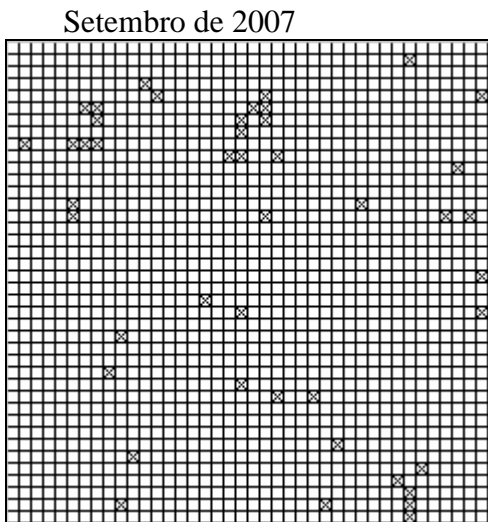
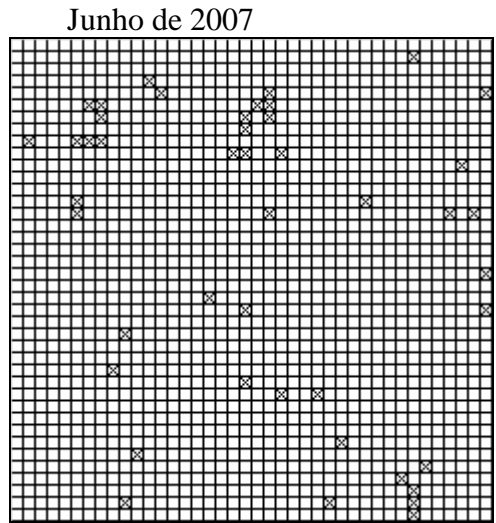
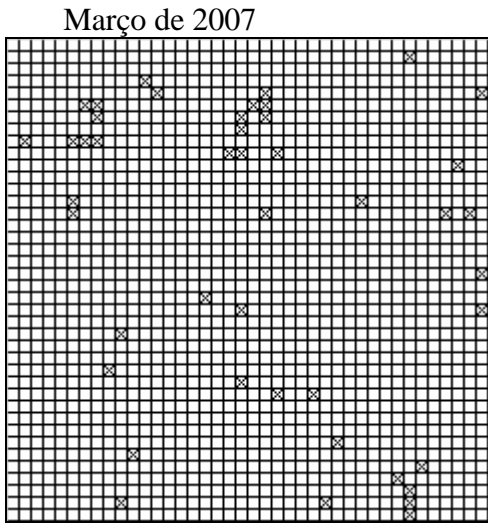


Tratamento 3: área de *P. taeda* com seis anos de idade – Parcela 3.2





Tratamento 3: área de *P. taeda* com seis anos de idade – Parcela 3.3



Anexo 5 - Densidade de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* na área de *Pinus taeda* recém-plantado. Rio Negrinho, SC. Março de 2007 a fevereiro de 2008.

Mês	Parcela 1.1	Parcela 1.2	Parcela 1.3	Média
Março 2007	3	4	2	3
Abril 2007	2	5	4	3,67
Mai 2007	1	4	3	2,67
Junho 2007	0	2	1	1
Julho 2007	0	0	1	0,33
Agosto 2007	0	0	0	0
Novembro 2007	1	3	0	1,33
Fevereiro 2008	0	1	0	0,33
				1,54

Anexo 6 - Densidade de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* na área de *Pinus taeda* com três anos de idade. Rio Negrinho, SC. Março de 2007 a dezembro de 2007.

Mês	Parcela 2.1	Parcela 2.2	Parcela 2.3	Média
Março 2007	5	2	1	2,67
Junho 2007	5	3	0	2,67
Setembro 2007	8	5	0	4,33
Dezembro 2007	15	5	0	6,67
				4,08

Anexo 7 - Densidade de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* na área de *Pinus taeda* com seis anos de idade. Rio Negrinho, SC. Março de 2007 a dezembro de 2007.

Mês	Parcela 3.1	Parcela 3.2	Parcela 3.3	Média
Março 2007	6	4	4	4,67
Junho 2007	1	1	2	1,33
Setembro 2007	3	2	0	1,67
Dezembro 2007	3	2	0	1,67
				2,33

Anexo 8 - Densidade de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* na área de *Pinus taeda* recém-plantado. Três Barras, SC. Abril de 2007 a março de 2008.

Mês	Parcela 1.1	Parcela 1.2	Parcela 1.3	Média
Abril 2007	4	19	10	11
Mai 2007	3	22	11	12
Junho 2007	3	10	7	6,67
Julho 2007	3	9	6	6
Agosto 2007	3	3	5	3,67
Setembro 2007	2	3	3	2,67
Dezembro 2007	1	4	2	2,33
Março 2008	3	24	4	10,33
				6,83

Anexo 9 - Densidade de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* na área de *Pinus taeda* com três anos de idade. Três Barras, SC. Março de 2007 a dezembro de 2007.

Mês	Parcela 2.1	Parcela 2.2	Parcela 2.3	Média
Março 2007	14	10	24	16
Junho 2007	9	4	16	9,67
Setembro 2007	10	6	20	12
Dezembro 2007	7	4	16	9
				11,67

Anexo 10 - Densidade de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* na área de *Pinus taeda* com seis anos de idade. Três Barras, SC. Março de 2007 a dezembro de 2007.

Mês	Parcela 3.1	Parcela 3.2	Parcela 3.3	Média
Março 2007	0	1	0	0,33
Junho 2007	0	0	0	0
Setembro 2007	0	0	0	0
Dezembro 2007	0	0	1	0,33
				0,17

Anexo 11 - Porcentagem de plantas atacadas por *Acromyrmex crassispinus* em diferentes níveis de desfolha na área de *Pinus taeda* recém-plantado. Rio Negrinho, SC. Março de 2007 a fevereiro de 2008

Parcela 1.1

Mês	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Morta/formiga	Morta/outros
Março de 2007	7,59	8,53	8,15	2,72	2,08	0,70
Abril de 2007	2,31	1,36	1,09	0,14	3,35	1,25
Mai de 2007	0,34	0,82	0,82	0,21	1,02	0,00
Junho de 2007	0,76	1,45	0,28	0,00	0,52	0,00
Julho 2007	2,21	1,59	0,90	0,00	0,21	0,00
Agosto de 2007	0,07	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00
Setembro de 2007	0,48	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
Fevereiro de 2008	0,07	0,07	0,00	0,00	0,16	0,00

Parcela 1.2

Mês	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Morta/formiga	Morta/outros
Março de 2007	9,40	9,46	8,33	3,97	2,71	0,95
Abril de 2007	1,65	2,13	0,76	0,07	4,85	0,49
Mai de 2007	0,55	1,04	0,83	0,49	0,76	0,08
Junho de 2007	0,78	1,55	0,92	0,14	1,76	0,14
Julho 2007	1,85	1,14	0,28	0,00	1,10	0,00
Agosto de 2007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro de 2007	0,57	0,14	0,07	0,00	0,00	0,00
Fevereiro de 2008	0,79	0,36	0,07	0,00	0,20	0,00

Parcela 1.3

Mês	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Morta/formiga	Morta/outros
Março de 2007	3,14	2,39	4,09	1,13	2,01	2,26
Abril de 2007	0,60	0,53	0,60	0,00	0,90	0,33
Mai de 2007	0,47	0,73	0,60	0,20	0,48	0,00
Junho de 2007	0,53	1,00	1,00	0,07	0,28	0,00
Julho 2007	1,27	1,40	0,87	0,00	0,00	0,00
Agosto de 2007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro de 2007	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Fevereiro de 2008	0,20	0,27	0,00	0,00	0,14	0,00

Anexo 12 - Porcentagem de plantas atacadas por *Acromyrmex crassispinus* na área de *Pinus taeda* recém-plantada em diferentes níveis de desfolha. Três Barras, SC. Abril de 2007 a março de 2008.

Parcela 1.1

Mês	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Morta/formiga	Morta/outros
Abril de 2007	0,49	1,19	4,27	0,28	0,00	1,47
Mai de 2007	0,70	0,63	1,48	0,07	0,28	0,42
Junho de 2007	0,31	0,46	0,69	0,00	0,84	0,30
Julho 2007	0,08	0,62	1,09	0,08	0,78	0,35
Agosto de 2007	0,00	0,00	0,08	0,00	0,23	0,00
Setembro de 2007	0,00	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00
Dezembro de 2007	0,47	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00
Março de 2008	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00

Parcela 1.2

Mês	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Morta/formiga	Morta/outros
Abril de 2007	1,92	3,65	9,98	0,77	0,06	2,11
Mai de 2007	0,59	1,72	4,02	0,00	2,11	0,99
Junho de 2007	0,94	1,42	3,57	0,00	2,16	0,08
Julho 2007	0,20	0,88	1,28	0,14	0,27	0,00
Agosto de 2007	0,07	0,14	0,07	0,00	0,54	0,00
Setembro de 2007	0,00	0,32	0,25	0,00	0,00	0,00
Dezembro de 2007	2,04	1,21	0,32	0,00	0,00	0,00
Março de 2008	14,38	2,94	0,51	0,00	0,00	0,00

Parcela 1.3

Mês	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Morta/formiga	Morta/outros
Abril de 2007	1,90	3,39	12,75	0,47	1,22	4,27
Mai de 2007	1,04	0,48	3,25	0,00	1,24	0,62
Junho de 2007	0,77	1,33	2,88	0,07	1,33	0,30
Julho 2007	0,42	0,99	1,84	0,14	0,78	0,00
Agosto de 2007	0,07	0,21	0,14	0,00	0,64	0,00
Setembro de 2007	0,45	0,13	0,45	0,06	0,00	0,00
Dezembro de 2007	0,06	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00
Março de 2008	3,36	1,03	0,06	0,00	0,00	0,00