

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**MIRMECOFAUNA EM *Eucalyptus grandis* HILL EX
MAIDEN SOB DIFERENTES SISTEMAS DE
CONTROLE DE PLANTAS INFESTANTES**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Jardel Boscardin

Santa Maria, RS, Brasil

2012

**MIRMECOFAUNA EM *Eucalyptus grandis* HILL EX MAIDEN
SOB DIFERENTES SISTEMAS DE CONTROLE DE PLANTAS
INFESTANTES**

Jardel Boscardin

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Silvicultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Florestal**.

Orientador: Prof. Dr. Ervandil Corrêa Costa

Santa Maria, RS, Brasil

2012

Boscardin, Jardel

Mirmecofauna em *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden sob diferentes sistemas de controle de plantas infestantes / Jardel Boscardin.-2012.

115 p.; 30cm

Orientador: Ervandil Corrêa Costa

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2012

1. Bioindicadores Ambientais 2. Entomologia Florestal
3. Eucalipto 4. Formicidae 5. Matocompetição I. Corrêa
Costa, Ervandil II. Título.

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**MIRMECOFAUNA EM *Eucalyptus grandis* HILL EX MAIDEN SOB
DIFERENTES SISTEMAS DE CONTROLE DE PLANTAS
INFESTANTES**

elaborada por
Jardel Boscardin

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Florestal

COMISSÃO EXAMINADORA:

Ervandil Corrêa Costa, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Acácio Geraldo de Carvalho, Dr. (UFRRJ)

Rosana Matos de Moraes, Dra. (FEPAGRO)

Santa Maria, 31 de julho de 2012.

Aos meus pais
Salette Magnan Boscardin e
José Antonio Boscardin

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF), por viabilizarem a realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo importante aporte financeiro através da bolsa de estudos.

À Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), Unidade de Pesquisa Florestal de Santa Maria, por disponibilizar a área de implantação do experimento; e aos seus funcionários, pelo valioso auxílio durante a execução do mesmo.

Ao professor Dr. Ervandil Corrêa Costa, meu orientador, pela orientação, amizade e ensinamentos de vida e pela liberdade concedida no que tange à escolha do tema deste trabalho.

Ao pesquisador e professor Dr. Jacques Hubert Charles Delabie, do Centro de Pesquisas do Cacau e da Universidade Estadual de Santa Cruz, meu co-orientador, pela atenção sempre dispensada ao longo desses anos, e pela identificação das espécies de formigas.

Aos professores Dr. Mauro Valdir Schumacher e Dr. Solon Jonas Longhi da UFSM, meus co-orientadores, pela amizade e ensinamentos.

Ao professor Dr. Sérgio Luiz de Oliveira Machado da UFSM, pela identificação das plantas infestantes.

Ao professor Ph.D. Alexandre Swarowsky, do Centro Universitário Franciscano, pelo fornecimento dos dados meteorológicos.

Ao doutorando Wesley da Rocha, da Universidade Federal de Minas Gerais, pelo auxílio nas análises de riqueza de espécies.

Aos funcionários do Departamento de Defesa Fitossanitária da UFSM, pelo auxílio e amizade. Em especial, ao Fernando Saccol Gnocatto, por suas conversas e invenções, sempre muito úteis à pesquisa.

À secretária Cerlene da Silva Machado, do PPGEF, pela amizade e auxílio logístico.

À amiga e colega Juliana Garlet, pela amizade e parceria ao longo desses anos, bem como pelo auxílio na realização e condução deste trabalho.

Aos demais amigos e colegas do Laboratório de Entomologia Florestal, especialmente ao Alessandro Fiorentini, à Dayanna Nascimento Machado, à Leandra Pedron, ao Leonardo Mortari Machado e ao Lisando Bolzan, pelas amizades e fundamentais contribuições, tanto nos trabalhos de campo quanto em laboratório.

Ao amigo e colega Augusto Bolson Murari, *in memoriam*, pela amizade e ensinamentos profissionais e de vida.

À minha família, em especial ao meu pai José Antonio, à minha mãe Salete, e aos meus irmãos Geovani e Gabriel, pelo amor incondicional, apoio e incentivo. Amo vocês.

Ao Alexandre, à Catarine, à Gisele e à “Rô”, pelo amor, amizade e coleguismo sempre demonstrados ao longo desta jornada. Amo vocês.

Enfim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste trabalho.

Muito obrigado!

*“E um dia os homens descobrirão
que esses discos voadores estavam
apenas estudando a vida dos
insetos...”*

(Mario Quintana)

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Universidade Federal de Santa Maria

MIRMECOFAUNA EM *Eucalyptus grandis* HILL EX MAIDEN SOB DIFERENTES SISTEMAS DE CONTROLE DE PLANTAS INFESTANTES

AUTOR: JARDEL BOSCARDIN

ORIENTADOR: ERVANDIL CORRÊA COSTA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 31 de julho de 2012.

Plantios com espécies florestais possuem importância econômica e socioambiental para o Brasil, contribuindo para a diminuição da supressão das matas nativas. A implantação é uma etapa decisiva para o sucesso de um empreendimento florestal e, dentre os cuidados a serem tomados nessa fase, destaca-se o controle de plantas infestantes. Porém, a retirada dessas plantas pode eliminar fontes de alimento e abrigo para predadores naturais de insetos-praga, favorecendo a prevalência de algumas espécies em detrimento de outras e provocando prejuízos ambientais e econômicos. Haja vista que as formigas são potenciais bioindicadoras dessas alterações, este estudo objetivou avaliar a mirmecofauna em um plantio inicial de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes. Para tanto, em março de 2011, foi instalado um plantio de *E. grandis*, com espaçamento 3m x 2m, junto à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, em Santa Maria, RS. O Delineamento experimental arranjado foi Inteiramente Casualizado com seis tratamentos, sendo cada um com área de meio hectare, constituídos por: controle químico total de plantas infestantes, na linha e na entrelinha de plantio, com glifosato (T1); controle químico total de plantas infestantes, na linha de plantio, com glifosato (T2); controle químico de monocotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com setoxidim (T3); controle químico de dicotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com bentazona (T4); controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralela à linha de plantio, com glifosato, e de um metro na parte central da entrelinha, sem controle (T5); e testemunha, sem controle de plantas infestantes (T6). A aplicação dos herbicidas foi sequencial, em área total, antes do plantio e após o transplante na linha de plantio. O levantamento foi realizado de março de 2011 a fevereiro de 2012, utilizando-se isca atrativa, armadilha de solo e funil de Berlese. Cada método continha seis repetições por tratamento, em cada data de coleta. Foram coletadas 46.675 formigas, pertencentes a sete subfamílias e 37 espécies. Não houve diferença estatística (ANOVA, $p > 0,05$), entre o total de espécimes de formigas coletados nas áreas avaliadas. Na área do tratamento T2 verificou-se o maior número de espécies capturadas ($S_{obs} = 35$) e eficiência amostral de 99,0%. Os gêneros *Pheidole* e *Camponotus* foram os mais ricos em número de espécies, com seis cada um. *Camponotus punctulatus*, comum em áreas antropizadas, demonstrou-se muito frequente (mf) na área do tratamento T3, e pouco frequente (pf) em T6. Houve diferença significativa (ANOVA, $p < 0,05$) entre os valores médios de riqueza observada por amostra, sendo o menor valor foi encontrado na área do tratamento T1 ($S_{obs} = 0,4$), em funil de Berlese. Em termos de vegetação, verificou-se similaridade entre as áreas com estrutura florística menos alterada, e entre as áreas mais simplificadas. *Ectatomma permagnum* e *Gnamptogenys sulcata*, potenciais predadoras de insetos-praga, demonstraram maior frequência de ocorrência, respectivamente, nas áreas dos tratamentos T6 (51,4%) e T2 (41,7%). Conclui-se que os efeitos indiretos da ação dos herbicidas afetam mais a composição local de espécies de formigas do que sua riqueza.

Palavras-chave: Bioindicadores Ambientais. Entomologia Florestal. Formicidae. Matocompetição. Plantio Inicial.

ABSTRACT

Master Dissertation
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Universidade Federal de Santa Maria

ANT FAUNA IN *Eucalyptus grandis* HILL EX MAIDEN UNDER DIFFERENT SYSTEMS OF WEEDS CONTROL

AUTHOR: JARDEL BOSCARDIN

ADVISOR: ERVANDIL CORRÊA COSTA

Date and place: Santa Maria, July 31, 2012.

Plantings with forest species have economical, social and environmental importance for Brazil, contributing to decrease the suppression of native forests. Implantation is a decisive step towards the success of a forestry enterprise and, among the precautions to be taken at this stage, stands out the control of weeds. However, the removal of these plants can eliminate food sources and shelter for natural predators of pest insects, favoring the prevalence of some species over others and causing environmental and economical damages. Considering that ants are potential bioindicators of these changes, this study aimed to evaluate the ant fauna in an initial planting of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, under different systems of weeds control. To this end, in March 2011, was installed a planting of *E. grandis*, spaced 3m x 2m, together the State Foundation of Agricultural Research in Santa Maria, RS. The Experimental design was the Entirely Randomized, with six treatments, being each having an area half a hectare, comprising: total chemical control of weeds in the line and interline planting, with glyphosate (T1); total chemical control of weeds, in the line planting, with glyphosate (T2); chemical control of monocots in the line and interline planting, with sethoxydim (T3); chemical control of dicots in the line and interline planting, with bentazone (T4); total chemical control of weeds in the range of one meter parallel to the line planting, with glyphosate, and one meter in the central part of the leading, without control (T5), e witness, without weed control (T6). The herbicides application was sequential, in total area, before planting and after transplant in the planting line. The survey was conducted from March 2011 to February 2012, using attractive baits, soil trap and Berlese funnel. Each method contained six repetitions per treatment, at each sampling date. Were collected 46,675 ants, belonging to seven subfamilies and 37 species. There was not statistical difference (ANOVA, $p > 0.05$) between the total of ant specimens collected in the areas assessed. The T2 treatment presented the greatest observed richness of species ($S_{obs} = 35$), and sampling efficiency of 99.0%. The genera *Camponotus* and *Pheidole* were the richest in species number, with six each. *Camponotus punctulatus*, commonly found in antropized areas, it was demonstrated very frequent (mf) in the area of T3 treatment, and uncommon (mp) in T6. There was significant difference (ANOVA, $p < 0.05$) between mean values of observed richness per sample, with the lowest value found in T1 treatment ($S_{obs} = 0.4$), in Berlese funnel. In terms of vegetation, was verified similarity among the areas least altered, and between the areas most simplified. *Ectatomma permagnum* e *Gnamptogenys sulcata*, potential predators of pest insects, demonstrated higher occurrence frequency, respectively, in the areas of treatments T6 (51.4%) and T2 (41.7%). We conclude that the indirect effects of the herbicides affect more the composition of ant species than the ant species richness.

Keywords: Environmental Bioindicators. Forest Entomology. Formicidae. Weed Competition. Initial Planting.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Localização da área experimental junto a Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), Unidade de Pesquisa Florestal, em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Organizado por Boscardin (2012).	47
Figura 2 -	Arranjo experimental na Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), em que T1= controle químico total de plantas infestantes, na linha e entrelinha de plantio, com glifosato; T2= controle químico total de plantas infestantes na linha de plantio, com glifosato; T3= controle químico de monocotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com setoxidim; T4= controle químico de dicotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com bentazona; T5= controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralelo à linha de plantio, com glifosato, e um metro na parte central da entrelinha, sem controle; e T6= testemunha, sem controle de plantas infestantes, em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Imagem: Google Earth, de 22 de setembro de 2011, modificada por Boscardin (2012).	49
Figura 3 -	Linha temporal contendo os procedimentos adotados na instalação e manutenção da área experimental. Março de 2011 até fevereiro de 2012, FEPAGRO, em Santa Maria, RS.....	51
Figura 4 -	Croqui da distribuição das iscas atrativas e armadilhas de solo em um plantio inicial de <i>Eucalyptus grandis</i> , em cada área dos diferentes sistemas de controle de plantas infestantes. Março de 2011 até fevereiro de 2012, FEPAGRO, em Santa Maria, RS.	52
Figura 5 -	Número total e por método de coleta: iscas atrativas (IA), armadilhas de solo (AS), funil de Berlese (FB) de formigas capturadas em um plantio inicial de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetido ao controle químico total de plantas infestantes, na linha e entrelinha do plantio, com glifosato (T1); controle químico total de plantas infestantes na linha de plantio, com glifosato (T2); controle químico de monocotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com setoxidim (T3); controle químico de dicotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com bentazona (T4); controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralelo à linha de plantio, com glifosato, e um metro na parte central da entrelinha, sem controle (T5); e a testemunha, sem controle de plantas infestantes (T6), em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.	66
Figura 6 -	Curvas cumulativas de riqueza observada (S_{obs}) e estimada (S_{est}) de espécies de formigas capturadas nos três métodos de amostragem, em um plantio inicial de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetido ao controle químico total de plantas infestantes, na linha e entrelinha de plantio, com glifosato (T1); controle químico total de plantas infestantes na linha de plantio, com glifosato (T2); controle químico de monocotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com setoxidim (T3); controle químico de dicotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com bentazona (T4); controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralelo à linha de plantio, com glifosato, e um metro na parte central da entrelinha, sem controle (T5); e a testemunha, sem controle de plantas infestantes (T6), em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.	74

Figura 7 - Dendrograma produzido a partir da análise de agrupamento utilizando a similaridade da composição específica obtida pelo índice de Similaridade de Morisita-Horn (*Imh*), entre os diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em um plantio inicial de *Eucalyptus grandis*, em que: T1= controle químico total de plantas infestantes, na linha e entrelinha do plantio, com glifosato; T2= controle químico total de plantas infestantes na linha de plantio, com glifosato; T3= controle químico de monocotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com setoxidim; T4= controle químico de dicotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com bentazona; T5= controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralelo à linha de plantio, com glifosato, e um metro na parte central da entrelinha, sem controle; e T6= testemunha, sem controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.....83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Abundância e riqueza de espécies de formigas coletadas com isca atrativa, armadilha de solo e funil de Berlese, em uma área com plantio inicial de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.	63
Tabela 2 - Número médio de espécies de formigas por amostra para cada método de coleta isca atrativa (IA), armadilha de solo (AS) e funil de Berlese (FB), em função do período, antes e depois da 1 ^a , 2 ^a e 3 ^a aplicações dos herbicidas, em <i>Eucalyptus grandis</i> , submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.	76
Tabela 3 - Índices de diversidade de Shannon (H'), em função do período, antes e depois da 1 ^a , 2 ^a e 3 ^a aplicações dos herbicidas, em um plantio inicial de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.	78
Tabela 4 - Plantas infestantes presentes no final do período de avaliação do experimento (fevereiro de 2012), em plantio inicial de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.	79
Tabela 5 - Valores médios de massa seca ($t\ ha^{-1}$) das plantas infestantes em fevereiro de 2012, em um plantio inicial de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.	81
Tabela 6 - Correlação (r) entre a riqueza de espécies de plantas infestantes, a massa seca e a riqueza de espécies de formigas, em plantio inicial de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.	82
Tabela 7 - Correlação (r) entre a riqueza de espécies de formigas, amostradas com isca atrativa (IA), armadilha de solo (AS) e funil de Berlese (FB) e as médias das variáveis meteorológicas em um plantio inicial de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.	85
Tabela 8 - Frequência de ocorrência relativa (%) das espécies de formigas predadoras, por guilda, amostradas com isca atrativa, armadilha de solo e funil de Berlese, em plantio inicial de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.	87
Tabela 9 - Médias dos diâmetros (cm) e alturas (cm) de plantas de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, mensuradas seis meses após o plantio, em fevereiro de 2012, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.	91
Tabela 10 - Correlação (r) entre as médias de diâmetro (cm) e altura (cm) de plantas de eucalipto riqueza e massa seca ($t\ ha^{-1}$) de plantas infestantes, em um plantio inicial de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.	92

LISTA DE ANEXOS

Anexo A -	Caracterização técnica dos produtos fitossanitários (herbicidas e adjuvante) utilizados na execução do experimento, conforme dados expedidos pelos fabricantes.....	115
------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A – Valores médios do número de espécimes de formigas amostradas com isca atrativa (IA), armadilha de solo (AS) e funil de Berlese (FB) em um plantio inicial de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.....	105
Apêndice B – Frequência de ocorrência de espécies de formigas amostradas com isca atrativa (IA), armadilha de solo (AS) e funil de Berlese (FB) em um plantio inicial de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.	106
Apêndice C – Espécies de formigas amostradas em três métodos de captura, no período anterior (A), após a primeira (P), após a segunda (S) e após a terceira (T) aplicação de herbicida, em um plantio inicial de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.....	112

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	29
2.1 Mirmecofauna.....	29
2.1.1 Riqueza de espécies de formigas <i>versus</i> heterogeneidade vegetal	31
2.1.2 Formigas como bioindicadoras ambientais	33
2.1.3 Guildas ou grupos funcionais de formigas	34
2.2 O gênero <i>Eucalyptus</i> L'Herit	35
2.3 Manejo de plantas infestantes em <i>Eucalyptus</i> spp.....	36
2.4 Efeitos do preparo do solo em eucaliptais sobre a mirmecofauna	38
2.5 Métodos de amostragem de Formicidae.....	39
2.5.1 Iscas atrativas	39
2.5.2 Armadilha de solo tipo “pitfall”	41
2.5.3 Extração com funil de Berlese	42
2.6 Influência das variáveis meteorológicas sobre as formigas	43
2.6.1 Temperatura	43
2.6.2 Umidade relativa do ar e precipitação	44
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	47
3.1 Localização e caracterização da área de estudo	47
3.2 Delineamento experimental	48
3.3 Instalação e manutenção da área experimental.....	50
3.4 Amostragem da mirmecofauna	51
3.4.1 Isca atrativa à base de proteína animal (IA)	52
3.4.2 Armadilhas de solo (AS).....	53
3.4.3 Extração com funil de Berlese (FB).....	54
3.5 Triagem e identificação dos formicídeos	54
3.6 Análises dos parâmetros ecológicos	55
3.6.1 Abundância e frequência de ocorrência das espécies de formigas	55
3.6.2 Riqueza de espécies de formigas.....	56
3.6.3 Índice de Diversidade de Shannon (H')	56
3.6.4 Índice de Similaridade de Morisita-Horn (Imh)	57
3.6.5 Guildas de espécies de formigas predadoras.....	58
3.6.6 Análise estatística dos parâmetros ecológicos.....	58

3.7 Identificação e quantificação de plantas infestantes.....	59
3.8 Dados meteorológicos	60
3.9 Avaliação das variáveis dendrométricas das plantas de <i>Eucalyptus grandis</i>	61
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
4.1 Abundância e frequência de ocorrência de espécies de formigas.....	63
4.2 Riqueza de espécies de formigas	73
4.3 Efeito dos tratamentos sobre a diversidade de formigas.....	77
4.4 As plantas infestantes e a riqueza de espécies de formigas	79
4.5 Similaridade entre os sistemas de controle de plantas infestantes	82
4.6 Influência das variáveis meteorológicas sobre a riqueza espécies de formigas.....	84
4.7 Formigas predadoras em potencial de insetos-praga	87
4.8 Interferência das plantas infestantes no crescimento do <i>Eucalyptus grandis</i>	91
5 CONCLUSÕES.....	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95

1 INTRODUÇÃO

Os plantios comerciais com espécies do gênero *Eucalyptus* ocupam uma área de 4.754.334 hectares de terra, representando a maior parcela de espécies florestais plantadas no Brasil, com 68,2% da área total no país, sendo que 5,7% deste total localizam-se no estado do Rio Grande do Sul. Segundo a Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas, a produção de eucalipto é destinada, principalmente, para o abastecimento das indústrias de papel e celulose (ABRAF, 2011).

O plantio de florestas comerciais contribui para a diminuição da supressão das matas nativas, devido à substituição da matéria prima oriunda das matas primitivas pelos produtos provenientes das plantações comerciais. Neste contexto, é visível a importância do setor florestal, liderado no país por plantios de eucalipto, tanto em âmbito econômico quanto socioambiental.

Teoricamente, as monoculturas tendem a simplificar o ambiente natural, causando um desequilíbrio no ambiente. Em plantios homogêneos, os insetos herbívoros exibem taxas de colonização mais elevadas, maior potencial reprodutivo, tempo de permanência mais longo, menos barreiras ao encontro do hospedeiro e taxas de mortalidade por predadores naturais mais baixas. Porém, deve-se adotar uma postura cautelosa e flexível, sem generalizações, pois as respostas dos herbívoros à diversidade de vegetação não são uniformes e nem sempre podem ser explicadas através da diversidade por si só (ALTIERI; SILVA; NICHOLLS, 2003).

No Estado do Rio Grande do Sul, por exemplo, o cultivo do eucalipto, muitas vezes, substitui as áreas de pastagens degradadas, o que pode causar um aumento na diversidade local devido ao incremento na complexidade estrutural (PERFECTO; SNELLING, 1995). Apesar das teorias acerca da manutenção da biodiversidade em monoculturas, pouco se conhece sobre a dinâmica estabelecida de aumento, diminuição ou, até mesmo, de eliminação de espécies da fauna e da flora após processos de implantação de um plantio comercial de eucalipto.

Para obtenção de sucesso na implantação de um eucaliptal, tratamentos silviculturais são imprescindíveis. Dentre os quais, se destacam o controle de formigas cortadeiras, o preparo e adubação do solo e a eliminação de plantas infestantes, também denominadas espontâneas, daninhas ou indesejáveis. O controle de plantas infestantes é realizado para evitar que as

mesmas possam vir a competir com as plantas de eucalipto por luz, água e nutrientes, ou a atrapalhar o controle de formigas cortadeiras, devido à dificuldade de localização dos ninhos. Tais intervenções podem alterar as composições florística e faunística originais.

O principal método de controle de plantas infestantes em plantios florestais é o químico, através da utilização de herbicidas, devido, principalmente, ao baixo custo operacional e à falta de mão de obra especializada para a realização do método mecânico (TUFFI SANTOS, 2006).

Dentre os herbicidas utilizados no controle de plantas infestantes, destacam-se o oxyfluorfen e o glifosato, sendo este último utilizado em grande escala, pelo fato de ser aplicado em pós-emergência nas plantas infestantes, o que facilita o manejo em áreas com cultivo mínimo, assegurando o pleno potencial produtivo do cultivo florestal, minimizando o custo de produção e o impacto ambiental (PERRANDO, 2008). O controle de plantas infestantes com glifosato, em aplicações dirigidas, é intenso nos dois primeiros anos de implantação da cultura, podendo, em caso de reinfestação, estender-se para quase todo o ciclo do eucalipto (TUFFI SANTOS, 2006).

Existem vários questionamentos sobre os efeitos negativos de herbicidas, como o glifosato, no crescimento e desenvolvimento do eucalipto, no manejo de rebrotas e de espécies de difícil controle, bem como na suscetibilidade da cultura a doenças e ataques de pragas (FERREIRA et al., 2010). Os efeitos deletérios na densidade da fauna edáfica são incertos e, segundo Wardle et al. (2001), parecem estar mais ligados à simplificação do “habitat”, através da retirada da cobertura vegetal viva proporcionada pelas plantas infestantes, do que à intoxicação direta da fauna pelo herbicida.

A diminuição do uso de agrotóxicos por parte das empresas florestais tem sido estimulada, principalmente, pela busca da certificação internacional de seus produtos. Dessa forma, as empresas procuram desenvolver novas técnicas e alternativas para o controle de plantas infestantes, pragas e doenças, através do uso do Manejo Integrado de Pragas (MIP). Os Programas de MIP visam, com bases ecológicas, o controle de insetos e/ou também qualquer outro tipo de problema que limite a produção agrícola decorrente da competição interespecífica (patógenos, nematoides, plantas daninhas e os próprios insetos) (GALLO et al., 2002).

O MIP pode ser utilizado para favorecer o equilíbrio ambiental, propiciando a manutenção de inimigos naturais, com vistas, também, à maximização dos lucros da empresa. Espécies de formigas predadoras generalistas, por exemplo, podem ser utilizadas no controle de insetos-praga e fungos fitopatogênicos. As formigas podem contribuir através do controle

da abundância de insetos-praga herbívoros, por meio de predação direta, interações que envolvem repelentes químicos ou, ainda, provocando a queda desses herbívoros durante suas atividades de forrageamento (ARMBRECHT; PERFECTO; SILVERMAN, 2006).

Segundo Altieri, Silva e Nicholls (2003), estudos mostram que é possível estabilizar as comunidades de insetos em agroecossistemas construídos de forma que suportem populações de inimigos naturais ou que tenham efeito deterrente direto sobre insetos-praga. Nesse contexto, a manutenção de faixas de vegetação nas entrelinhas do plantio, manejadas de forma a não interferir no desenvolvimento das plantas de eucalipto, além de diminuir a aplicação de herbicidas, pode favorecer um maior equilíbrio ambiental local e o consequente aumento e manutenção da diversidade, inclusive de inimigos naturais, como as formigas predadoras. Outro fator a ser estudado é a interferência da presença de plantas infestantes na incidência de formigas cortadeiras pertencentes aos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, consideradas pragas para a cultura.

Aliado a isso, as formigas são tidas como potenciais indicadores da qualidade ambiental de um ecossistema, por apresentarem muitos dos fatores exigidos aos bioindicadores.

Conforme descrito por Majer (1983), tais fatores podem ser: abundância local alta, riqueza de espécies local e global alta, muitos táxons especializados, facilidade de serem amostradas, facilidade de serem separadas em morfoespécies e sensibilidade às mudanças nas condições do ambiente. Assim, a partir do levantamento e análise da diversidade local de formigas, torna-se possível avaliar os efeitos causados pelos diversos tratamentos silviculturais aplicados na implantação e condução de um plantio florestal.

Os estudos com formigas podem abranger diferentes escalas espaciais (local, mesoescala e regional), que variam em um gradiente contínuo, mas que são separadas para fins didáticos. Essa divisão é baseada no conhecimento da biologia das formigas, onde em uma escala espacial local, envolve as colônias e suas áreas de forrageamento (SANTOS; RIBAS; SCHOEREDER, 2008), isso porque, as colônias de formigas são relativamente sésseis e não mudam de local em função de recursos efêmeros (BACCARO; KETELHUT; MORAIS, 2011). Seguindo essa teorização, o presente trabalho enquadra-se no estudo de formigas em uma escala espacial local.

Neste sentido, este trabalho objetivou avaliar a fauna de formigas em um plantio inicial de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Como objetivos específicos, pretende-se:

- Analisar os efeitos dos diferentes tipos de controle de plantas infestantes sobre a abundância, frequência de ocorrência, riqueza e diversidade de espécies de formigas em um plantio inicial de *E. grandis*;
- Comparar a riqueza de formicídeos, nas áreas avaliadas, em função dos períodos de aplicação dos herbicidas, em um plantio inicial de *E. grandis*;
- Verificar a similaridade na composição de espécies de comunidades de formigas entre as áreas submetidas aos diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em um plantio inicial de *E. grandis*;
- Identificar espécies de formigas predadoras em potencial de insetos-praga da cultura do eucalipto, nos diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em um plantio inicial de *E. grandis*;
- Avaliar a interferência dos diferentes tipos de controle de plantas infestantes sobre o desenvolvimento das plantas de *E. grandis*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Mirmecofauna

As formigas são insetos pertencentes a uma única família, a Formicidae, dentro da ordem Hymenoptera, na qual se incluem também as vespas e as abelhas (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; GALLO et al., 2002). As formigas vivas conhecidas estão distribuídas em 21 subfamílias, 288 gêneros, e aproximadamente 11,7 mil espécies (BOLTON, 2003). Estima-se que existam 20 mil espécies de formigas, ou mais, no mundo; constituindo-se assim, dentre os insetos, um dos táxons mais importantes em termos de biomassa ou abundância relativa local (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990).

Fernández e Sendoya (2004) apontam o Brasil e a Colômbia como os países da região Neotropical mais ricos em número de espécies de formigas. Segundo os autores, no Brasil são encontradas 14 subfamílias: Agroecomyrmecinae, Amblyoponinae, Cerapachyinae, Dolichoderinae, Ecitoninae, Ectatomminae, Formicinae, Heteroponerinae, Leptanilloidinae, Myrmicinae, Paraponerinae, Ponerinae, Proceratiinae e Pseudomyrmecinae.

A origem exata das formigas é incerta. Em seu estudo com estimativas a partir de dados moleculares, Moreau et al. (2006) sugerem a origem do ancestral mais comum das espécies de formigas entre 132 e 176 milhões de anos atrás. Segundo Hölldobler e Wilson (1990), as formigas mantêm seu sucesso ecológico inalterado a 50 milhões de anos. Esse sucesso deve-se, possivelmente, ao fato de terem sido o primeiro predador social explorando o solo e a vegetação. A grande diversidade de espécies de formigas as permite nidificar no solo, entre rochas, em raízes, em troncos e, mesmo, em folhas, sendo que uma grande parte destas espécies passou a acompanhar o homem e a ocupar espaços urbanos (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990).

Entre os insetos, a sociabilidade encontra-se desenvolvida em diferentes níveis. A eussocialidade é encontrada apenas nas ordens Isoptera e em alguns Hymenoptera, sendo que dentre estes últimos se incluem as formigas (DIEHL-FLEIG, 1995).

Como insetos verdadeiramente sociais (eussociais), para realizarem suas complexas atividades, as formigas agrupam-se em castas, tais como fêmeas férteis (rainhas), machos alados e fêmeas estéreis sem asas (operárias ou soldados). As fêmeas após o voo nupcial

perdem as asas e se esforçam no sentido de fundar um novo formigueiro, enquanto os machos morrem logo após a cópula. Formigas cooperam no cuidado das formas jovens, havendo uma divisão reprodutiva do trabalho, com os indivíduos estéreis trabalhando em prol dos indivíduos férteis. Ocorre ainda, no mínimo, a sobreposição de duas gerações em estágios de vida capazes de contribuir para o trabalho da colônia (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990).

As formigas não possuem asas, pelo menos as operárias, o que restringe a procura por alimentos sob a superfície, que pode ser o solo, a serapilheira ou as plantas. Em termos de preferência alimentar, existem desde espécies predadoras ativas até coletoras de sementes, incluindo ainda as generalistas extremas, como as chamadas formigas de correição, bem como as especialistas em coletar térmitas, quilópodes ou até mesmo outras formigas. Diversas espécies ainda forrageiam obrigatoriamente em partes vegetativas de plantas (FOWLER et al., 1991). As larvas dependem de proteína e de outras substâncias para completar seu desenvolvimento, enquanto as operárias adultas necessitam repor a energia gasta nas atividades de forrageamento, construção e manutenção do ninho e nos cuidados da prole (BRANDÃO; SILVA; DELABIE, 2009).

De acordo com Fowler et al. (1991), as formigas adultas se alimentam de substâncias no estado líquido e adotam diferentes técnicas para alimentarem suas larvas. Muitos dos Camponotini, Dolichoderinae e Myrmicinae alimentam suas larvas somente com alimento líquido regurgitado, enquanto os Ponerinae, muitos Myrmicinae e, possivelmente, os Pseudomyrmicinae e Ecitoninae, alimentam-nas de forma direta com pedaços de alimentos trazidos pelas operárias. Já as formigas carnívoras alimentam suas larvas com pedaços de insetos, e as colhedoras de sementes, com fragmentos destas. Outras combinam os diferentes métodos, como *Aphaenogaster*, *Lasius* e *Pheidole*, que alimentam as larvas com partículas sólidas e regurgitadas.

A dinâmica e organização estabelecidas na colônia podem variar entre as espécies. As formigas de correição, por exemplo, têm o padrão nômade e, quando iniciada a atividade de forrageamento, grande parte da colônia deixa o ninho simultaneamente em busca de presas. Os ataques em grupo seguem as mesmas propriedades básicas de todas as espécies, sendo à frente de ataque composta por um grande número de indivíduos, a qual se conecta com o ninho através de uma trilha principal de forrageadoras, indo e voltando. Na frente de ataque, a presa é detectada, em seguida subjugada, se necessário desmembrada e levada até o ninho (POWEL; BACKER, 2008).

Já as chamadas formigas saúvas e quenquéns, denominadas “cortadeiras”, que se constituem como as espécies de formigas mais conhecidas no Novo Mundo, por serem

consideradas pragas severas de culturas florestais e pastagens naturais ou cultivadas (DELLA LUCIA; MARINHO; RIBEIRO, 2008), atuam de forma diferente das formigas de correição.

Segundo Brandão, Silva e Delabie (2009), as formigas-cortadeiras possuem um sistema de castas complexo, em que a coleta do material é realizada pelas operárias de tamanho grande (largura da cabeça maior ou igual a 1,6 mm), enquanto as operárias menores cuidam do fungo; já as outras operações no processo de “jardinagem” do fungo são realizadas por operárias de tamanho intermediário. Atualmente, pesquisadores e técnicos encontram-se empenhados em desenvolver estratégias eficazes de controle de formigas cortadeiras, com um menor risco ambiental (DELLA LUCIA; MARINHO; RIBEIRO, 2008).

Dentre as espécies de formigas cortadeiras de importância econômica para a agricultura e a silvicultura encontradas no Estado do Rio Grande do Sul, destacam-se duas espécies de saúvas, a *Atta sexdens piriventris* Santschi, 1919, e a *Atta vollenweideri* Forel, 1939, esta última restrita à região do município de Uruguaiana, bem como 13 espécies de quenquéns, *Acromyrmex ambiguus* (Emery, 1888), *Acromyrmex aspersus* (F. Smith, 1858), *Acromyrmex coronatus* (Fabricius, 1804), *Acromyrmex crassispinus* Forel, 1909, *Acromyrmex heyeri* Forel, 1899, *Acromyrmex hispidus fallax* Santschi, 1925, *Acromyrmex landolti balzani* Emery, 1890, *Acromyrmex laticeps laticeps* Emery, 1905, *Acromyrmex lobicornis* Emery, 1887, *Acromyrmex lundii lundii* (Guérin, 1925), *Acromyrmex rugosus rugosus* (F. Smith, 1858), *Acromyrmex striatus* (Roger, 1863), *Acromyrmex subterraneus subterraneus* (Forel, 1893) (DELLA LUCIA, 1993; GALLO et al., 2002).

Devido à sua abundância e importância em diferentes ecossistemas, a diversidade de formigas tem sido utilizada em estudos comparativos entre ambientes (MARINHO et al., 2002; RAMOS-LACAU et al., 2008; SOARES, ANTONIALLI-JUNIOR e LIMA-JUNIOR, 2010; MACEDO; BERTI FILHO e DELABIE, 2011; MENTONE et al., 2011).

2.1.1 Riqueza de espécies de formigas *versus* heterogeneidade vegetal

A diversidade de espécies, segundo Odum (1988), possui dois componentes, a riqueza, que também pode ser chamada de densidade de espécies, que corresponde ao número total de espécies presentes; e a uniformidade, baseada na abundância relativa de espécies e no grau de sua dominância ou falta.

Segundo Santos, Ribas e Schoereder (2008), dentre outros fatores, um dos mais citados historicamente como reguladores da riqueza de espécies de formigas é a competição. Isto se deve, segundo os autores, ao fato de esses insetos serem organismos sésseis e com um forrageamento centrado em um único ponto, a colônia, a qual é, muitas vezes, comparada a plantas. As formigas tendem a buscar recursos no entorno da colônia, entrando em contato com as colônias vizinhas e, assim, a competição torna-se intensa entre tais colônias, sejam elas coespecíficas ou de outras espécies.

Ainda, a riqueza de espécies de formigas também pode sofrer a influência da altitude, da latitude e das condições climáticas, como temperatura e umidade, uma vez que a riqueza de espécies de formigas tende a diminuir com o aumento da latitude e da altitude, bem como com o aumento da aridez do solo (KUSNEZOV, 1957).

Levantamentos comparativos entre diferentes ecossistemas realizados nos últimos vinte anos indicam que a diversidade de formigas tende a aumentar à medida que os ambientes se tornam estruturalmente mais complexos, ou seja, com uma vegetação mais diversificada (MATOS et al., 1994; OLIVEIRA et al., 1995; LUTINSKI e GARCIA, 2005; CORRÊA, FERNANDES e LEAL, 2006; SOARES, ANTONIALLI-JUNIOR e LIMA-JUNIOR, 2010). Estes resultados podem ser explicados, pelo fato de que, em “habitats” mais heterogêneos ocorrem condições ideais para o estabelecimento das formigas, tais como maior variedade de sítios para nidificação, alimento, microclimas e interações interespecíficas (competição, predação e mutualismo) (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990).

Em estudo realizado por Vargas et al. (2007), por exemplo, houve uma relação positiva entre a riqueza de plantas e a riqueza de formigas encontradas em uma área de restinga mais heterogênea, corroborando a ideia de que esses ambientes mais complexos tendem a apresentar maior riqueza, abundância e diversidade de espécies.

Nesse sentido, Santos, Ribas e Schoereder (2008) afirmam que diferentes fatores podem influenciar a riqueza de espécies de formigas. Em uma escala espacial local, a heterogeneidade de condições ambientais, independentemente do tipo de vegetação, parece ser, segundo os autores, o fato mais preponderante para a determinação da riqueza de espécies. Em uma escala maior, denominada de mesoescala, o fator heterogeneidade aparece, juntamente com a quantidade de recursos, na determinação da riqueza específica de formigas na região do cerrado. Já em uma escala regional, a variedade de “habitat” determina a riqueza de espécies. Segundo os autores, quando se aumenta a escala espacial, deve-se considerar a migração de indivíduos entre os ambientes de estudo e a história evolutiva desses ambientes, a fim de se explicar a riqueza de espécies de uma região a outra.

Marinho et al. (2002), ao compararem a diversidade de formigas em vegetação nativa de cerrado com eucaliptais de diferentes idades, verificaram uma redução de cerca da metade da diversidade de espécies de formigas por unidade de superfície nos eucaliptais. No entanto, quase todas as espécies de formigas encontradas na vegetação nativa do cerrado foram encontradas nos eucaliptais, o que sugere, segundo os autores, que houve uma preservação das espécies de formigas nativas do cerrado nos plantios com eucalipto. Dessa forma, os autores sugerem que a riqueza de espécies na região estudada não depende somente da complexidade ambiental dos ambientes estudados, contradizendo a maioria dos trabalhos.

Braga et al. (2010) avaliaram a diversidade de formigas em 16 áreas com diferentes usos do solo, incluindo três áreas com diferentes idades de regeneração de mata nativa (Mata Atlântica) sobre pastagem abandonada; três áreas com plantios de *Eucalyptus grandis* com a presença de sub-bosque, duas áreas de pastagens introduzidas e duas áreas com floresta primária. Após análise dos resultados, os autores constataram que os plantios com eucalipto apresentaram importância similar a áreas florestais em diferentes estágios sucessionais na conservação de espécies de formigas, em contraste com as áreas de pastagens estudadas.

Diante dos resultados desconhecidos nos diferentes ecossistemas, alguns autores sugerem mais estudos por um maior período de tempo, bem como a utilização de outras metodologias de coleta para que, dessa forma, seja possível reunir mais variáveis explicativas acerca do comportamento das diferentes espécies de formigas em ambientes heterogêneos e homogêneos (FONSECA e DIEHL, 2004; CORRÊA, FERNANDES e LEAL, 2006; GOMES, IANNUZZI e LEAL, 2010).

2.1.2 Formigas como bioindicadoras ambientais

Segundo Oliver e Beattie (1996), para ser considerado um bom indicador da riqueza de espécies ou diversidade, os táxons selecionados devem obedecer a quatro critérios básicos: necessitam ser facilmente amostrados e monitorados; devem representar grupos diversos e de importância biológica no ecossistema em estudo; precisam ser conhecidas suas relações com a diversidade de outros táxons; e devem responder às mudanças ambientais de forma semelhante a outros táxons.

As formigas, em particular, são apropriadas para uso em programas de inventário e monitoramento. Isso porque os padrões de riqueza de espécies de formigas e diversidade

podem ser correlacionados com padrões de táxons que têm necessidades semelhantes de nidificação ou de alimentação, bem como com táxons que são afetados por fatores semelhantes, ou táxons com os quais as formigas possuem interações significativas (ALONSO, 2000).

Aliado a isso, segundo Alonso (2000), a maioria das espécies de formigas é estacionária, com ninhos perenes e forrageamento relativamente restrito a intervalos que variam de menos de um metro a algumas centenas de metros. Portanto, em comparação com outros insetos que se movem com frequência entre “habitats” em busca de alimento, companheiros ou locais de nidificação, as formigas são presença constante em um sítio e, assim, podem ser confiavelmente amostradas em um monitoramento. Além disso, são ecologicamente importantes, por atuarem em muitos níveis dentro de um ecossistema, podendo desempenhar o papel de predadoras, presas, detritívoras, mutualísticas e herbívoras.

Nesse sentido, as formigas têm sido utilizadas como bioindicadores no monitoramento ambiental de áreas mineradas (READ, 1996; RÉ, 2007), em levantamentos da diversidade da mirmecofauna, com finalidade de comparação entre áreas de monocultivo e áreas com mata nativa (MARINHO et al., 2002; SOARES, ANTONIALLI-JUNIOR e LIMA-JUNIOR, 2010), bem como na avaliação de diferentes usos do solo (SCHMIDT e DIEHL, 2008; BRAGA et al., 2010).

2.1.3 Guildas ou grupos funcionais de formigas

O grupo de espécies com papéis e dimensões de nichos comparáveis dentro de uma comunidade chama-se guilda (ODUM, 1988). Segundo o mesmo autor, guilda é uma unidade conveniente para pesquisas sobre interações entre espécies, porém, também pode ser tratada como uma unidade funcional na análise de comunidades, tornando desnecessário considerar-se toda e cada espécie como uma entidade separada.

De acordo com Andersen (1997), para facilitar o estudo com formicídeos, os pesquisadores classificam as espécies em grupos funcionais, identificados a partir de alterações em relação ao clima, tipo de solo e vegetação, bem como de distúrbios.

Brandão, Silva e Delabie (2009) sugerem um panorama de 14 guildas, com base em estudos realizados pelos próprios autores no Brasil, em especial, a caracterização de guildas de formigas em florestas tropicais (DELABIE, AGOSTI e NASCIMENTO, 2000; RAMOS-

LACAU et al., 2008), a organização de formigas do Cerrado (SILVESTRE; BRANDÃO; SILVA, 2003).

Segundo Brandão, Silva e Delabie (2009), as formigas são separadas nas seguintes guildas: predadoras generalistas epigéicas e hipogéicas; especialistas; predadoras dacetíneas; predadoras arborícolas; generalistas mirmicíneas; generalistas formicíneas, dolícoderíneas e algumas mirmicíneas; generalistas mínimas hipogéicas; cortadoras de folhas; Attini criptobióticos; formigas legionárias; formigas arborícolas dominantes associadas a recursos açucarados e domácias; e as formigas arborícolas que se alimentam de pólen.

O estudo de formigas fundamentado em guildas ou grupos funcionais tem se mostrado uma valiosa ferramenta, que permite comparações entre os ambientes em diferentes condições (MACEDO; BERTI FILHO; DELABIE, 2011). Nesse sentido, Ramos-Lacau et al. (2008) afirmam que o uso de guildas de formigas, aliado ao conhecimento sobre as comunidades de insetos, constitui-se como uma excelente ferramenta para futuros programas de valorização, conservação e manejo ambiental, que atualmente são importantes tanto em áreas degradadas quanto naquelas onde se desenvolvem os plantios de eucaliptos no Brasil.

2.2 O gênero *Eucalyptus* L'Herit

De acordo com Martini (2004), é difícil determinar uma data correta para a introdução do eucalipto no Brasil ou no Rio Grande do Sul. Cabe destacar a atuação de Edmundo Navarro de Andrade que, contratado pela Companhia Paulista de Estradas de Ferro do Estado de São Paulo, em 1904, teve como missão designar uma espécie florestal para o reflorestamento das áreas de mata nativa retiradas por conta da ferrovia e para fornecer o carvão para as locomotivas e os dormentes de madeira para as ferrovias. Navarro pesquisou várias espécies exóticas e nativas, chegando à conclusão de que, dentre as diversas espécies, as pertencentes ao gênero *Eucalyptus* atendiam melhor às necessidades apresentadas (MARTINI, 2004).

As espécies pertencentes ao gênero *Eucalyptus* L'Herit (eucalipto) são originárias do território australiano, pertencem à família Myrtaceae e possuem importância silvicultural no Brasil, pelo fato de possuírem boa adaptação ao clima, apresentando crescimento rápido e alta produtividade em plantios homogêneos (MARCHIORI; SOBRAL, 1997).

Segundo Backes e Irgang (2004), dentre as espécies do gênero *Eucalyptus* mais cultivadas no Brasil e, particularmente no Rio Grande do Sul, está o *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, que possui origem australiana, mais precisamente nos estados de New South Wales e Queensland. Esta espécie é uma das mais cultivadas para fins comerciais, devido às suas características de grande porte e fuste retilíneo.

2.3 Manejo de plantas infestantes em *Eucalyptus* spp.

De acordo com Lorenzi (2008), nenhuma planta é exclusivamente nociva; as circunstâncias do local e do momento é que tornam as plantas desejadas ou indesejadas nas áreas de cultivo. Em determinadas situações, as plantas denominadas infestantes podem ter efeitos benéficos, pois auxiliam na cobertura do solo, evitando a erosão; no fornecimento de matéria orgânica; na ciclagem de nutrientes; na alimentação de animais silvestres e na manutenção da estabilidade térmica e umidade do solo (MACHADO et al., 2010a).

As plantas daninhas ou infestantes, dentre outras denominações, segundo Lorenzi (2008), são vegetais que crescem onde não são desejados, sendo eficientes quanto à sobrevivência, por possuírem grande agressividade competitiva, elevada produção e facilidade na dispersão de suas sementes, bem como grande longevidade.

Pitelli e Marchi (1991) afirmam que, a interferência mais severa por plantas infestantes em plantios florestais ocorre, principalmente, na fase inicial do crescimento, no período compreendido entre o transplante até cerca de um ano de idade das plantas de eucalipto.

Apesar de ser uma espécie de rápido crescimento e apresentar certa plasticidade quanto a seu estabelecimento a campo, o eucalipto não está isento da competição gerada pelas plantas infestantes (FILHO, 1987). Segundo Machado et al. (2010a), as plantas infestantes competem com as plantas de eucalipto pelos recursos consumíveis, como água, gás carbônico, nutrientes e luz.

Os fatores que influenciam de forma negativa a produtividade do eucalipto, em relação à presença de plantas infestantes, podem resultar não só da competição que se estabelece entre a cultura e as plantas infestantes, mas, também, podem estar relacionadas às pressões ambientais, como a alelopatia e os efeitos na colheita. O efeito do conjunto de ações impostas

a uma cultura em decorrência da presença de plantas infestantes em uma determinada área é denominada interferência (MACHADO et al., 2010a).

Assim, de acordo com Machado et al. (2010a), devido aos possíveis efeitos nocivos das plantas infestantes, seu manejo é realizado basicamente através de métodos mecânicos e químicos, de forma isolada ou combinada. O fato de as áreas cultivadas com eucalipto serem extensas e de haver escassez de mão-de-obra, aliado à necessidade de atingir um nível alto de produtividade a baixo custo, são fatores tidos como responsáveis pelo aumento das áreas tratadas com herbicidas.

Dentre os herbicidas mais utilizados está o glifosato (MACHADO et al., 2010b). Segundo Tuffi Santos (2006), no Brasil, diferentes formulações desse herbicida têm sido utilizadas, tanto na preparação da área quanto no manejo de plantas infestantes na formação e manutenção de eucaliptais.

Apesar de toda a tecnologia adotada no país, ainda assim, verifica-se a ocorrência de deriva do glifosato durante as aplicações dirigidas ao controle de plantas infestantes, que atinge, principalmente, os ramos mais baixos das plantas de eucalipto. Conseqüentemente, observa-se regularmente a ocorrência de intoxicação na parte aérea, causada pelo herbicida, uma vez que se trata de um herbicida não seletivo (TUFFI SANTOS, 2006).

Já o controle mecânico, conforme Machado et al. (2010b), ocorre através de arranque manual, da capina manual (enxada), da roçada e do cultivo mecanizado. Na eucaliptocultura, destacam-se a capina manual e a roçada. Entretanto, o sistema de produção em larga escala, devido à escassez de mão-de-obra e à dificuldade de encontrar operários capacitados, faz com que o controle mecânico seja apenas um método complementar, realizado, principalmente no coroamento da cova de plantio, quando as plantas de eucalipto ainda estão jovens e o solo não está encharcado.

No entanto, as possibilidades de controle de plantas infestantes incluem, além dos métodos já citados, os preventivos, culturais e biológicos. Estes métodos devem ser integrados às características do solo, do clima e dos aspectos socioeconômicos do produtor, para que, dessa forma, haja sustentabilidade do sistema florestal (MACHADO et al., 2010b).

2.4 Efeitos do preparo do solo em eucaliptais sobre a mirmecofauna

Dentre as várias operações de implantação de um povoamento florestal, encontra-se o preparo do solo com o combate à formiga e o controle de plantas infestantes (SIMÕES, 1989). Nesse sentido, poucos são os estudos que verificaram a intervenção destes tratamentos sobre a fauna de formigas.

Os tipos de combate mais comuns às formigas cortadeiras são o localizado (aplicação de formicidas diretamente sobre os ninhos) e o sistemático (as iscas formicidas são distribuídas na área de forma sistemática independentemente da localização dos ninhos) (ZANETTI et al., 2003). Segundo os mesmos autores, muitas empresas reflorestadoras passaram a utilizar o cultivo mínimo em seus plantios de eucalipto, objetivando a redução dos custos com a implantação e a melhoria das condições ambientais nessas áreas. Porém, isso tem dificultado o controle de pragas como as formigas cortadeiras, principalmente as do gênero *Acromyrmex*, pois suas colônias são difíceis de serem localizadas sob a vegetação e os restos de colheita florestal.

Ramos et al. (2003) avaliaram o efeito do uso localizado e sistemático de iscas granuladas destinadas ao controle de formigas cortadeiras, sobre a comunidade de formigas não alvo da serapilheira em eucaliptais, e constataram que o controle sistemático causou impacto negativo maior e mais prolongado na comunidade de formigas do que o controle localizado. Os autores enfatizam que muitas das espécies podem ter sido contaminadas através da ingestão direta, no caso das generalistas, ou através da ingestão de produtos provenientes de carcaças de formigas contaminadas.

Quanto ao tipo de eliminação de plantas infestantes, Ramos et al. (2004), em seu estudo acerca do impacto das capinas mecânica e química, sobre a mirmecofauna, no sub-bosque de *Eucalyptus grandis*, constataram que ambos os tipos de capina provocam perturbação momentânea na comunidade de formigas, com um efeito deletério imediato, de igual intensidade e de pouca duração sobre sua diversidade. Porém, os autores indicam que a capina mecânica foi a que causou maior perturbação na comunidade, sendo a capina química a prática de menor efeito negativo na comunidade de formigas e, certamente, na fauna em geral.

2.5 Métodos de amostragem de Formicidae

Bestelmeyer et al. (2000) classificam os métodos de captura de espécies pertencentes à família Formicidae em dois tipos: métodos passivos e métodos ativos. Os métodos passivos são fáceis de reproduzir e dependem da atividade das formigas nos pontos de amostragem para se obterem os dados; em contraponto, os métodos ativos exigem que os investigadores procurem as formigas nas áreas de estudo, sendo difíceis de serem reproduzidos com exatidão, por diferentes pesquisadores, ou a junção dos dois.

Os métodos passivos são constituídos por armadilhas de solo tipo “pitfall”, amostragem com isca e amostragem com uso de gabarito quadrante; e os métodos ativos compreendem amostragem direta, contagem de colônias e amostragem intensiva. Já os métodos de extração de serapilheira ou camadas superficiais do solo com o uso de extrator de Winkler e funil de Berlese são considerados tanto ativos quanto passivos, porque o uso das técnicas pelos pesquisadores varia muito e depende das reações de formigas aos estímulos comportamentais (BESTELMEYER et al., 2000). Sarmiento-M (2003) ainda destaca, como método de captura, a agitação das folhagens para amostrar as formigas que se encontram forrageando os galhos e as folhas das plantas.

Após a utilização de qualquer um dos métodos supracitados, os exemplares coletados devem ser limpos, montados, identificados e contabilizados para que, em seguida, se proceda à análise dos dados (SARMIENTO-M, 2003).

Nos subitens a seguir, serão descritos três métodos: iscas atrativas, armadilha de solo tipo “pitfall” e método de extração com uso do funil de Berlese, utilizados na metodologia do presente estudo.

2.5.1 Iscas atrativas

De acordo com Bestelmeyer et al. (2000), o procedimento de captura de formigas a partir de isca atrativa é comumente empregado para estimativas de composição e riqueza de espécies da fauna de formigas que desenvolvem suas atividades de forrageamento no solo, para examinar a atividade e comportamentos padrão de formigas em estudos de estrutura de

comunidades, assim como para estimativa e contribuições de espécies de formigas, em particular para as interações que ocorrem no ecossistema.

Este método consiste no emprego de pedaços de alimentos (iscas) dispostos sobre um quadrante de papel ou tampa plástica. As iscas podem ser à base de proteína animal ou açúcar. Atum, algodão embebido em água açucarada ou sardinha podem ser utilizados (BESTELMEYER et al., 2000; SARMIENTO-M, 2003).

Boscardin et al. (2011) avaliaram, em um plantio de *E. grandis* já estabelecido, cinco iscas atrativas à base de proteína animal para captura de formigas epigéicas, constituídas de sardinha com óleo, sardinha com tomate, patê de frango, patê de fígado de frango e atum sólido. Os autores não encontraram diferença significativa entre os valores médios de riqueza de espécies registradas nas iscas para as diferentes estações do ano, sugerindo a escolha das iscas, segundo a riqueza específica e o padrão de incidência das espécies nas iscas.

As formigas mais prováveis para visitarem as armadilhas são as espécies generalistas. Espécies com marcante preferência por itens especiais (tais como as cortadeiras de folhas ou predadoras especialistas) não devem visitar as iscas artificiais, mas as que possuem dieta generalista representam uma significativa proporção da fauna de formigas em todo o mundo, podendo ser utilizadas em avaliações dos padrões de comunidades de formigas (BESTELMEYER et al., 2000).

De acordo com Freitas, Francini e Brown Jr.(2003), o período de exposição das iscas atrativas deve ser de 60 minutos. Este período é considerado ideal pelos autores, pois a exposição por um tempo maior que este pode resultar na dominância de algumas espécies com bom recrutamento, como as pertencentes aos gêneros *Pheidole*, *Camponotus* e *Solenopsis*, em detrimento de outras, como as espécies da subfamília Ponerinae. Já Bestelmeyer et al. (2000) e Sarmiento-M (2003) sugerem um tempo de permanência de exposição da isca de 60 a 90 minutos, para descoberta da isca e recrutamento de formigas dominantes.

Quanto à distribuição das armadilhas para captura de formigas, alguns estudos apontam que não há diferença na forma de distribuir as unidades amostrais (SARMIENTO-M, 2000). Sarmiento-M (2003) recomenda utilizar transectos lineares simples, pois são mais eficientes. Segundo o autor, a distância entre as unidades amostrais (iscas ou armadilhas) pode ser considerada um elemento importante, apesar de alguns estudos sugerirem que não há variação significativa da mirmecofauna dentro de uma floresta a distâncias de até 100 m.

Em estudo recente, Baccaro, Ketelhut e Morais (2011) avaliaram os efeitos da distância entre a localização de iscas atrativas para estimar a abundância e riqueza de

formigas na Amazônia Central, e observaram que o número de espécies por isca foi maior em transectos com maior distância entre as iscas. Transectos com distância de 10 e 20 m entre iscas coletaram 50% mais espécies por isca do que nos transectos distantes 2,5 m e 3,4 m entre si.

Segundo os autores supracitados, a distância entre a localização das iscas pode afetar o forrageamento das formigas e alterar os resultados da amostragem. Por exemplo, ao manter o tamanho da área de estudo, reduzir a distância entre as iscas significa aumentar a concentração no espaço, e isso poderia afetar a amostragem de duas formas: primeiro, as iscas mais próximas aumentariam a chance de amostrar mais espécies, por concentrar mais atrativos ou por amostrar mais detalhadamente. Em contrapartida, transectos com menor distância entre iscas favoreceriam a oferta dentro da área de colônias de espécies dominantes, e a pressão competitiva exercida por essas espécies sobre as espécies subordinadas poderia resultar em menor riqueza de espécies amostradas.

Para fins de padronização dos métodos de trabalho entre as pesquisas e para a realização de futuras comparações e análises, se propõe que as unidades amostrais sejam distribuídas a cada 10 metros umas das outras (SARMIENTO-M, 2003).

2.5.2 Armadilha de solo tipo “pitfall”

O método a partir do uso de armadilhas de solo tipo “pitfall” é empregado para estimativas de abundância e composição de espécies de formigas em atividade na superfície do solo. Este método pode ser utilizado para censo de formigas que forrageiam no solo ou na serapilheira. O método pode ser realizado em períodos de duração curtos (dias) ou longos (continuadamente) (BESTELMEYER et al., 2000).

De acordo com Sarmiento-M (2003), as armadilhas de solo ou de queda são constituídas de um recipiente plástico de superfície lisa e quase perpendicular, que deve ser preenchido até a metade de sua capacidade com uma mistura contendo água, detergente líquido e álcool etílico. Bestelmeyer et al. (2000) explicam que se devem adicionar a esta mistura umas gotas de glicerol, para evitar a evaporação do álcool; a solução deve matar as formigas mais rapidamente para evitar as chances de escape. Segundo os mesmos autores, o detergente auxilia na captura, pois quebra a tensão superficial, prevenindo a fuga das formigas da armadilha.

Sarmiento-M (2003) indica que as armadilhas devem ser enterradas ao nível do solo até a borda, de modo que as formigas ao forragearem caiam e fiquem presas. Ressalta-se que, no momento da escavação, deve-se alterar o mínimo possível o terreno. Os modelos podem variar, mas a profundidade mínima deve ser de 10 cm. As armadilhas podem ter sua eficiência aumentada quando da utilização de uma isca (ALMEIDA; RIBEIRO-COSTA; MARINONI, 2003).

Segundo Bestelmeyer et al. (2000), geralmente, dois a três dias parecem ser suficientes para a captura de formigas que se encontram forrageando sobre as armadilhas e, para fornecer uma avaliação da abundância de espécies forrageadoras.

Machado et al. (2012), avaliaram a eficiência de diferentes concentrações de cloreto de sódio utilizado como agente conservante e o tempo de amostragem para armadilhas de solo na captura de formigas. As diferentes concentrações foram diluídas em 200 mL de água e três gotas de detergente. A partir da análise dos resultados, os autores obtiveram, com as concentrações de 10 g e 15 g de cloreto de sódio, os melhores índices de conservação. E, em relação ao tempo de amostragem, os espécimes coletados aos dois dias de exposição apresentaram melhor estado de conservação, seguidos dos exemplares retirados aos cinco dias.

2.5.3 Extração com funil de Berlese

Os métodos citados acima não são muito eficientes para alguns grupos, pois dependem de atração ou deslocamento casual dos insetos. De acordo com Almeida, Ribeiro-Costa e Marinoni (2003), uma alternativa é levar toda a porção do folhiço para o laboratório e explorar esse material exaustivamente. Esse esforço pode ser minimizado com o uso do funil de Berlese.

Esta técnica é uma das mais utilizadas para amostragens de micro e macroartrópodos do solo e, geralmente, representa uma adaptação do original proposta por Berlese, em 1905, e modificada por Tüllgren, em 1917 (GARAY, 1989 apud RODRIGUES et al., 2008).

Nesse sentido, de acordo com Bestelmeyer et al. (2000), o método de extração com o funil de Berlese-Tüllgren é utilizado para capturar, principalmente, formigas que habitam a serapilheira, depositando uma quantidade de folhas desta serapilheira dentro do funil. Este consiste em uma estrutura de metal com cerca de 50 cm de altura, que permanece apoiado

sobre uma tela de arame com malha fina. A tela se encontra a cerca de cinco centímetros abaixo da abertura maior do funil (GARCIA, 2002).

Os funis são colocados sob uma lâmpada acesa ou sob o sol e, com o calor, os invertebrados móveis são conduzidos em direção à garrafa que fica abaixo do funil, caindo dentro do recipiente coletor contendo conservante (BESTELMEYER et al., 2000), geralmente álcool 70°GL (GARCIA, 2002). Segundo Bestelmeyer et al. (2000), a amostra deve ser mantida em processamento até que a serapilheira esteja seca, ou de dois a quatro dias dependendo das condições da serapilheira, bem como da temperatura e umidade do ambiente. Os funis podem ser comprados ou fabricados.

2.6 Influência das variáveis meteorológicas sobre as formigas

2.6.1 Temperatura

Segundo Silveira Neto et al. (1976), a temperatura influencia direta e indiretamente os insetos. Diretamente, quando afeta seu desenvolvimento e comportamento, e indiretamente, sua alimentação. Como animais exotérmicos ou poilotérmicos, os insetos mantêm a temperatura do corpo próxima a do ambiente, de modo que, quanto ao ajustamento de temperatura ao meio, são classificados como ciclotérmicos (acompanha a temperatura do ambiente na faixa de 10°C a 30°C); heliotérmicos (aumentam sua temperatura corporal utilizando-se dos raios solares); e por fim, quimiotérmicos (aumentam a temperatura do corpo através da atividade muscular).

A temperatura ótima fica em torno de 25°C, correspondendo ao ponto de desenvolvimento mais rápido e que apresenta maior número de descendentes. A 38°C tem-se a temperatura limiar máxima, e a 15°C, a temperatura limiar mínima, sendo que esse intervalo (15°C a 38°C) é ótimo para o desenvolvimento e as atividades dos insetos (SILVEIRA NETO et al., 1976).

De acordo com Hölldobler e Wilson (1990), as formigas são organismos termofílicos (que necessitam de altas temperaturas para se desenvolverem), possuindo pouca atividade em temperaturas abaixo de 20°C e nenhuma abaixo de 10°C. Com exceção de algumas poucas espécies de clima frio, como a *Nothomyrmecia macrops* e a *Prenolepis imparis*. Nesse

sentido, Santos, Ribas e Schoreder (2008) afirmam que, as espécies de formigas podem responder de maneira diferente às variações de temperatura, umidade, insolação, etc.

As formigas, como insetos ápteros, não são capazes de ventilar seus ninhos abanando as asas, como fazem as abelhas e as vespas. As formigas são incapazes de mudar até fontes de água e não utilizam facilmente as gotículas de água que caem provenientes da evaporação. Diante disso, para que ocorra a termorregulação nos ninhos, várias espécies dependem da combinação de cinco procedimentos: localização correta dos ninhos; construção eficiente dos ninhos; migração dentro do ninho; migração entre os vários ninhos; e regulação do calor metabólico, que pode ser utilizado para aumentar a temperatura localmente por aglomeração ou reduzi-la através da dispersão (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990).

2.6.2 Umidade relativa do ar e precipitação

A umidade manifesta-se através da chuva, umidade do solo e umidade do ar (COSTA et al., 2011). De acordo com Silveira Neto et al. (1976), a umidade do solo afeta diretamente os insetos edáficos e indiretamente os que vivem sobre as plantas. Já a umidade relativa do ar influencia os insetos de acordo com sua tolerância, podendo, então, essa influência ser dividida em dois grupos: A – insetos capazes de tolerar alta umidade e, nesse caso, tem-se apenas uma zona desfavorável seca, com umidade relativa entre zero e 40%, e uma zona favorável úmida, de 40 a 100%; B- insetos prejudicados pela umidade excessiva, existindo duas zonas desfavoráveis, a seca entre zero e 40% e a úmida entre 80 e 100%, com uma faixa favorável entre 40 e 80%. Nas faixas favoráveis, observa-se uma maior longevidade, fecundidade, velocidade de desenvolvimento e baixa mortalidade, ocorrendo o inverso nas faixas desfavoráveis.

Em geral, as formigas em todos os “habitats” estão sujeitas a estresse proveniente da desidratação. Mesmo colônias em florestas tropicais estão suscetíveis de serem deslocadas de seus locais de nidificação durante a estação seca. Espécies arborícolas, muito mais suscetíveis à desidratação que formigas terrestres, têm, evidentemente, adquirido maior resistência durante a evolução. Elas vivem ou demoram muito mais para morrer em ambientes secos e possuem uma maior área retal, o que sugere que elas são capazes de gerenciar a água fecal mais eficientemente (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990).

Segundo Silveira Neto et al. (1976), a precipitação é uma das formas de manifestação da umidade que afeta o comportamento dos insetos. Ela tem ação mecânica direta sobre estes, que podem diminuir suas populações após precipitações com fortes intensidades. Chuvas prolongadas fazem com que os insetos recolham-se a suas habitações, podendo impedir a postura. As formigas saúvas, por exemplo, só realizam a enxameamento e o voo nupcial após chuvas intensas.

Em seu estudo com o gênero *Pheidole*, Moutinho (1991) encontrou uma relação negativa entre a precipitação e o número de espécies pertencentes a este gênero. Segundo o autor, este dado sugere que índices pluviométricos elevados, podem limitar em algum grau a diversidade local, principalmente através da ação física, pela destruição e da diminuição de sítios de nidificação como consequência de alagamentos do solo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área de estudo

Este estudo foi conduzido em condições de campo, na Unidade de Pesquisa Florestal pertencente à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) ($29^{\circ}40'31''\text{S}$; $53^{\circ}54'45''\text{W}$). A FEPAGRO Santa Maria está localizada no Distrito de Boca do Monte pertencente ao município de Santa Maria, Rio Grande do Sul (Figura 1).

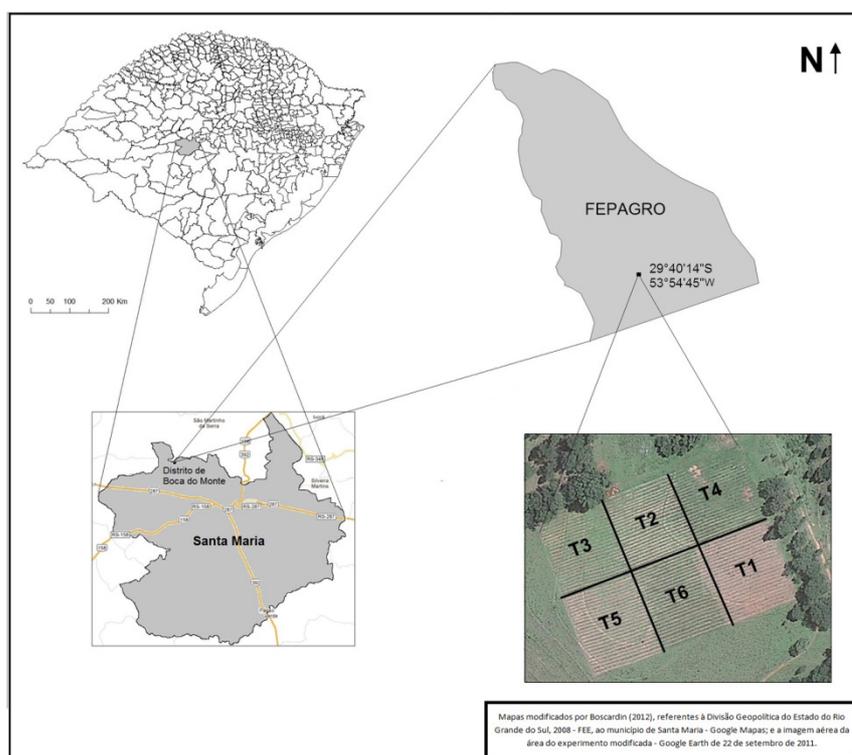


Figura 1 - Localização da área experimental junto a Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), Unidade de Pesquisa Florestal, em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Organizado por Boscardin (2012).

A área de estudo localiza-se na região fisiográfica da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul (RAMBO, 1994), com altitude média de 130 metros. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido, com temperatura média

do mês mais frio compreendida entre -3°C e 18°C , e temperatura média do mês mais quente superior a 22°C . A precipitação média anual é de 1.770 mm, sem estiagens (MORENO, 1961).

O solo da área experimental do estudo é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Arênico, originário de arenitos e siltitos da Unidade de Mapeamento São Pedro, com relevo suavemente ondulado. Esta Unidade caracteriza-se por apresentar solos mediamente profundos, não hidromórficos, bem drenados, apresentando horizonte Bt (do tipo B textural) avermelhados, com textura superficial franco arenosa, ácidos e pobres em matéria orgânica (STRECK et al., 2008).

A área apresentava, inicialmente, cobertura vegetal composta, predominantemente, por espécies de gramíneas de baixo porte, utilizada para pecuária nos últimos 20 anos.

3.2 Delineamento experimental

Os tratamentos consistiram na aplicação de herbicidas objetivando a permanência de faixas de vegetação nas entrelinhas de plantio, bem como o controle específico de mono e dicotiledôneas. Ressalta-se que todos os herbicidas utilizados neste estudo apresentam registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). A quantidade de produto aplicada nos diferentes tratamentos tem como base a dosagem técnica (Rótulo) recomendada pelos respectivos fabricantes (Anexo A).

O Delineamento experimental escolhido foi o Inteiramente Casualizado (DIC), sem restrições, com distribuição aleatória dos tratamentos, através de sorteio (Figura 2). Este delineamento foi escolhido com a finalidade de reduzir o efeito de borda nos tratamentos. A área de cada tratamento continha meio hectare de terra.



Figura 2 - Arranjo experimental na Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), em que T1= controle químico total de plantas infestantes, na linha e entrelinha de plantio, com glifosato; T2= controle químico total de plantas infestantes na linha de plantio, com glifosato; T3= controle químico de monocotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com setoxidim; T4= controle químico de dicotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com bentazona; T5= controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralelo à linha de plantio, com glifosato, e um metro na parte central da entrelinha, sem controle; e T6= testemunha, sem controle de plantas infestantes, em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Imagem: Google Earth, de 22 de setembro de 2011, modificada por Boscardin (2012).

Deste modo, os tratamentos analisados (Figura 2), foram constituídos por:

- a) Tratamento 1 (T1): controle químico total de plantas infestantes, na linha e na entrelinha do plantio, com herbicida pós-emergente, ingrediente ativo glifosato, na dosagem de 3 litros por hectare ($L\ ha^{-1}$) de produto comercial, concentrado solúvel, e volume de calda de $200\ L\ ha^{-1}$;
- b) Tratamento 2 (T2): controle químico total de plantas infestantes, na linha de plantio, com herbicida pós-emergente, ingrediente ativo glifosato, na dosagem de $3\ L\ ha^{-1}$, de produto comercial, concentrado solúvel, e volume de calda de $200\ L\ ha^{-1}$;
- c) Tratamento 3 (T3): controle químico de monocotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com herbicida pós-emergente, ingrediente ativo setoxidim na dosagem de $1,25\ L\ ha^{-1}$ de produto comercial, concentrado dispersível, e volume de calda de $200\ L\ ha^{-1}$;
- d) Tratamento 4 (T4): controle químico de dicotiledôneas na linha e entrelinha do plantio, com herbicida pós-emergente, ingrediente ativo bentazona com dosagem de $1,2\ L\ ha^{-1}$ de

produto comercial, concentrado solúvel, com adição de um adjuvante oleoso de 1 L ha⁻¹, e volume de calda de 150 L ha⁻¹.

e) Tratamento 5 (T5): controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralelo à linha de plantio, e um metro na parte central da entrelinha, sem controle, com herbicida pós-emergente, ingrediente ativo glifosato na dosagem de 3 L ha⁻¹ de produto comercial, concentrado solúvel, com volume de calda de 200 L ha⁻¹;

f) Tratamento 6 (T6): testemunha, sem controle de plantas infestantes e nenhuma forma de limpeza na área.

3.3 Instalação e manutenção da área experimental

O plantio foi realizado em 11 de agosto de 2011, com a espécie *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, em espaçamento 3 X 2 (três metros na entrelinha e dois na linha) em três hectares de área (densidade de 1.667 mudas ha⁻¹), totalizando aproximadamente 5.000 mudas. As mudas apresentavam, no momento do transplante, o tamanho padrão de 30 cm, sendo provenientes da produção da própria Unidade Florestal, FEPAGRO - Santa Maria, RS.

O replantio na proporção de 26,9%, aproximadamente 1.500 mudas, foi realizado em setembro do mesmo ano. Para o plantio, foi adotado o cultivo mínimo, com revolvimento do solo sob sistema mecanizado com grade rotativa (profundidade média de 30 cm). Sendo a gradagem realizada em 21 de março de 2011, somente na linha de plantio, com faixa de revolvimento do solo de aproximadamente 80 cm.

Durante todo o período, foi realizado combate localizado de formigas cortadeiras (aplicação de formicidas diretamente sobre os ninhos), com o princípio ativo Sulfluramida 0,03%, com 10 gramas por metro quadrado de terra solta, segundo recomendação do fabricante. O método de aplicação foi escolhido para minimizar o efeito sobre as formigas não alvo. Cabe ressaltar que não foi avaliado o efeito das iscas sobre a mirmecofauna, pois se levou em consideração a condição de um plantio comercial.

A aplicação dos herbicidas foi realizada utilizando-se pulverizador costal manual à pressão constante, com barras munidas de dois ou quatro bicos do tipo leque. Após o transplante das mudas, na linha de plantio, os herbicidas foram aplicados com chapéu de Napoleão sob o bico, a fim de não ocasionar deriva nas mudas de eucalipto.

A aplicação foi sequencial: primeiramente em área total, antes do plantio, respectivamente, a primeira (01/04/2011) e a segunda (30/06/2011) aplicações, e após o transplante, a terceira aplicação (21/10/2011), na linha de plantio. Segundo Perrando (2008), usualmente, o número médio de intervenções com herbicidas durante a implantação e a manutenção florestal (1,5 a 2 anos após o plantio) varia de duas a quatro aplicações anuais e depende, dentre outros fatores, do tipo de solo e do banco de sementes de plantas infestantes presente no mesmo. Uma linha temporal com o processo de implantação do eucaliptal é demonstrada na Figura 3.

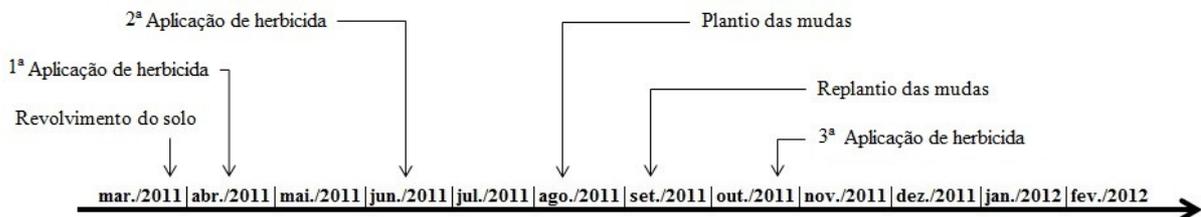


Figura 3 - Linha temporal contendo os procedimentos adotados na instalação e manutenção da área experimental. Março de 2011 até fevereiro de 2012, FEPAGRO, em Santa Maria, RS.

3.4 Amostragem da mirmecofauna

A fim de avaliar a influência dos diferentes tratamentos descritos sobre a mirmecofauna, foram realizadas coletas antes e depois da aplicação dos tratamentos nas áreas. De acordo com Lopes e Vasconcelos (2008), quando se pretende realizar um inventário completo da fauna de formigas, deve-se utilizar mais de um método de coleta. Diante do exposto, buscou-se amostrar de forma ampla a diversidade de formigas encontradas no local. Para tanto, utilizaram-se três métodos passivos (BESTELMEYER et al., 2000), complementares entre si, descritos a seguir.

3.4.1 Isca atrativa à base de proteína animal (IA)

O método de coleta utilizando iscas atrativas foi realizado quinzenalmente de março de 2011 até fevereiro de 2012, totalizando 23 amostragens no período. Este método passivo baseia-se no princípio da atratividade, em que os insetos, neste caso as formigas, geralmente, generalistas e dominantes são atraídas pelas iscas (SARMIENTO-M, 2003). As armadilhas constituíram-se de um papel filtro (36 cm²), no qual foi depositado uma porção (aproximadamente 1 cm³) de isca à base de proteína animal (patê de fígado de frango). A isca à base de patê de fígado de frango foi escolhida, pois, de acordo com trabalho desenvolvido por Boscardin et al. (2011), esta propiciou uma maior riqueza de espécies capturadas em *E. grandis*, além de possuir praticidade de manuseio a campo, bem como facilidade de separação das formigas em laboratório.

As armadilhas à base de isca proteica foram dispostas a 10 m de distância entre si no interior da parcela de cada tratamento, para evitar o efeito de borda, em dois transectos, sendo um transecto na linha de plantio e outro na entrelinha, distantes 10 m um do outro. Constituíram-se, assim, seis armadilhas distribuídas por tratamento, conforme se observa na Figura 4, totalizando 36, em cada data de coleta.

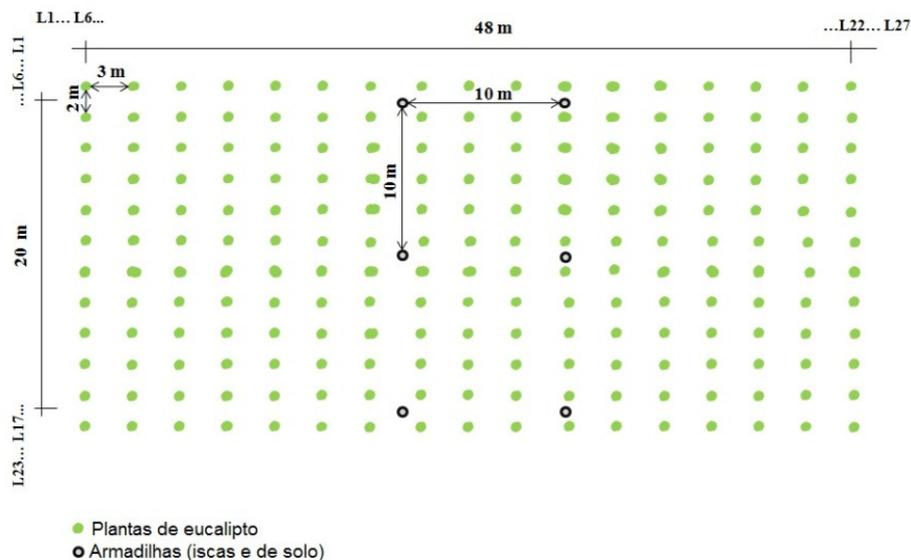


Figura 4 - Croqui da distribuição das iscas atrativas e armadilhas de solo em um plantio inicial de *Eucalyptus grandis*, em cada área dos diferentes sistemas de controle de plantas infestantes. Março de 2011 até fevereiro de 2012, FEPAGRO, em Santa Maria, RS.

Após os 60 minutos de exposição, todo o material presente sobre as armadilhas foi recolhido em recipientes plásticos com capacidade para 80 mL, contendo álcool 70°GL, devidamente etiquetados e transportados em caixas de papelão até o Laboratório de Entomologia Florestal localizado no prédio 42, pertencente ao Departamento de Defesa Fitossanitária do Centro de Ciências Rurais da UFSM.

3.4.2 Armadilhas de solo (AS)

O método utilizando armadilhas de solo, modelo “pitfall”, foi realizado, aproximadamente, de 20 em 20 dias, de março de 2011 até fevereiro de 2012, totalizando 20 amostragens no período. Este método passivo baseou-se na interceptação de insetos que forrageiam na superfície do solo (BESTELMEYER et al., 2000), em que os insetos, neste caso as formigas, foram capturadas ao deslocarem-se sobre a superfície do solo, caindo nas armadilhas. As armadilhas constituíram-se de um recipiente cilíndrico de 10 cm de altura, enterrado no solo até a borda no nível da superfície do solo, sendo a área de captura de 176,7 cm².

As armadilhas continham apenas líquido conservante, composto por uma solução homogênea de água, cloreto de sódio e detergente (200 mL de água + 15 g de cloreto de sódio + 2 mL de detergente). As mesmas foram dispostas a 10 m de distância entre si, no interior da parcela de cada tratamento, para evitar efeito de borda, em dois transectos, sendo um transecto na linha de plantio e outro na entrelinha, distantes 10 m um do outro. Utilizaram-se seis armadilhas por tratamento (Figura 4), totalizando 36, em cada data de coleta.

Após 48 horas de exposição, todo o material coletado nas armadilhas foi recolhido em recipientes plásticos com capacidade de 80 mL, devidamente etiquetados e transportados em caixas de papelão até o Laboratório de Entomologia Florestal da UFSM. Este método foi escolhido para capturar as espécies de formigas que forrageiam no período da noite, bem como aquelas que não são atraídas pelas iscas proteicas e/ou extraídas com o funil de Berlese.

3.4.3 Extração com funil de Berlese (FB)

O método de extração das formigas com funil de Berlese foi realizado mensalmente de março de 2011 a fevereiro de 2012, totalizando 11 amostragens no período. O funil de Berlese foi utilizado, neste estudo, como procedimento passivo, tendo este procedimento sido escolhido para complementar os demais e adaptado para um local sem serapilheira. O objetivo foi capturar as formigas que forrageiam nos primeiros 10 cm do solo. Para tanto, com o auxílio de uma sonda circular de 10X10 cm², com capacidade volumétrica de aproximadamente 785 cm³, retiraram-se seis amostras de solo, em seis pontos centrais, aleatoriamente, por tratamento, totalizando 36 repetições, por data de coleta. As amostras foram devidamente embaladas, identificadas e transportadas em caixas de papelão ao laboratório.

A extração das formigas foi realizada no Laboratório de Entomologia Florestal da UFSM, utilizando-se para este fim os funis extratores de Berlese, nos quais as amostras foram depositadas e permaneceram por um período de quatro dias.

Sob cada funil devidamente identificado, foi depositado um recipiente de plástico com capacidade para 100 mL, contendo uma solução de álcool 70°GL, para conservar os organismos extraídos. O processo de extração baseou-se no calor, por isso, ligaram-se lâmpadas incandescentes de 60 watts sobre as amostras nos funis de Berlese, sendo que a temperatura do solo no funil permaneceu em torno de 30 graus. Depois de extraído, o material foi encaminhado para triagem e limpeza.

3.5 Triagem e identificação dos formicídeos

Em laboratório, as amostras coletadas a campo, com iscas e armadilhas de solo e funil de Berlese, foram submetidas à triagem, com o auxílio de um recipiente plástico coberto de uma base telada e pinças, água destilada e pincéis. O procedimento de separação das formigas dos demais insetos foi realizado com a ajuda de lupas.

Após o procedimento de limpeza, as formigas encontradas foram depositadas em placas de “petri” forradas com papel filtro e, com o auxílio de um estereoscópio, identificadas em nível de gênero e separadas em morfoespécies, utilizando-se, para isso, a chave de

identificação de Bolton (1994). Em seguida, as morfoespécies foram depositadas em microtubos do tipo “ependorf” e receberam um código de identificação.

Os microtubos devidamente identificados, contendo amostras das morfoespécies, foram enviados ao Dr. Jacques Hubert Charles Delabie, do Laboratório de Mirmecologia do Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus, Bahia, para identificação, permanecendo exemplares-testemunha de cada espécie identificada na coleção referência da mesma instituição, onde foram registrados sob o número #5683. A nomenclatura foi realizada segundo Bolton (1995) e a classificação de subfamílias foi realizada de acordo com a indicada por Bolton (2003).

3.6 Análises dos parâmetros ecológicos

3.6.1 Abundância e frequência de ocorrência das espécies de formigas

A abundância total de formigas compreendeu o número de formigas e/ou espécimes coletados nos três métodos de amostragem durante todo o período do estudo.

Já para avaliar a frequência de ocorrência das espécies de formigas capturadas nos três métodos de amostragem, os dados de frequência absoluta de indivíduos foram calculados em função da frequência de ocorrência das espécies nas armadilhas, e não quanto ao número de indivíduos coletados, para evitar superestimativa, devido ao efeito do tamanho das colônias, (ROMERO e JAFFÉ, 1989; LONGINO, 2000). Esta é a maneira mais adequada de se calcular a frequência de indivíduos, em estudos de insetos sociais, principalmente Formicidae (DELABIE et al., 2000).

Nesse sentido, a frequência absoluta constituiu-se do número de armadilhas, iscas ou amostras de funil de Berlese em que foi encontrada determinada espécie, enquanto a frequência de ocorrência relativa foi calculada com base na frequência absoluta, utilizando-se a equação $\% = N/n \times 100$, em que $\%$ = frequência de ocorrência relativa, N = frequência de ocorrência absoluta, e n = corresponde ao número de armadilhas por método (armadilha de solo, isca atrativa ou funil de Berlese) utilizadas ao longo do estudo.

A partir da frequência de ocorrência das espécies determinou-se o intervalo de confiança (IC) da média com 5% de probabilidade, adotando-se a seguinte classificação, segundo Silveira Neto et al. (1976): muito frequente (mf): número de indivíduos maior que o

limite superior do IC a 5%; frequente (f): número de indivíduos situados dentro do IC a 5%; e pouco frequente (pf): número de indivíduos menor que o limite inferior do IC a 5%.

3.6.2 Riqueza de espécies de formigas

A riqueza observada de espécies (S_{obs}) de formigas foi obtida pelo somatório do número de espécies coletadas em cada amostra (referente ao número total de espécies de formigas capturadas em cada data de coleta, nos três métodos de amostragem, para cada tratamento), totalizando 54 amostras por tratamento, no período compreendido de março de 2011 a fevereiro de 2012. Adotou-se o fator tempo (datas de coletas), para atender ao critério de independência entre as amostras.

Para calcular a riqueza estimada (S_{est}), os resultados das frequências de ocorrência foram tabelados na forma de matriz de presença (1) e ausência (0). Em seguida, utilizou-se o estimador *Chao 2*. Este estimador calcula a riqueza esperada em função da incidência de espécies, utilizando o número de “uniques” (espécies encontradas em somente uma amostra) e “duplicates” (espécies encontradas em somente duas amostras). Os dados foram calculados com o auxílio do programa EstimateS (Statistical Estimation of Species Richness an Shared Species from Samples) versão 7.5.2 (COLWELL, 2009), com 100 aleatorizações.

A fórmula para o estimador *Chao 2* (CHAO, 1984) é a dada por: $Chao\ 2 = S_{obs} + (L^2/2m)$, sendo que: S_{obs} é o número de espécies observado nas amostras, L é o número de espécies representado em somente uma amostra e m é o número de espécies representado em somente duas amostras.

A eficiência amostral verificada para a área de cada tratamento resultou da porcentagem (%) da riqueza observada (S_{obs}) em relação à riqueza estimada (S_{est}).

3.6.3 Índice de Diversidade de Shannon (H')

Para avaliar a diversidade de espécies de formigas encontradas nos diferentes sistemas de controle de plantas infestantes, utilizou-se uma medida não paramétrica de diversidade α , calculada a partir do índice de diversidade de Shannon (H'). Como uma medida de

heterogeneidade, este índice considera o grau de uniformidade (equitabilidade) na abundância e na riqueza de espécies. O índice de Shannon é resultado da seguinte equação: $H' = \sum p_i \ln p_i$, sendo que p_i é a proporção da espécie em relação ao número total de espécimes encontrado no levantamento (MAGURRAN, 2011). Os valores dos índices foram obtidos através do programa DivEs versão 2.0 (RODRIGUES, 2005).

3.6.4 Índice de Similaridade de Morisita-Horn (*Imh*)

Para verificar a similaridade na composição de espécies de comunidades de formigas, nos diferentes tipos de controle de plantas infestantes, foi realizada a medida quantitativa de diversidade β , através do cálculo do índice de similaridade de Morisita-Horn (*Imh*), assim como uma análise de agrupamentos com a média não ponderada dos grupos de pares (Unweighted Par-Group Mean Average - UPGMA), como distância de amalgamação, através do programa estatístico Past (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001). Os valores do índice de Morisita-Horn variam de zero (0) a um (1), sendo que valores próximos ou iguais à zero (0) indicam dissimilaridade, e valores próximos ou iguais a um (1) indicam similaridade entre os grupos avaliados (MORENO, 2001).

A equação do índice de Morisita-Horn, segundo Magurran (2011), é dada por:

$$Imh = \frac{2 \sum (a_i \times b_i)}{(d_a + d_b) \times (N_a \times N_b)} \quad (1)$$

Sendo que:

Imh = índice de Morisita-Horn;

a_i = número de indivíduos da i -ésima espécie em A;

b_i = número de indivíduos da i -ésima espécies em B;

N_a = número total de indivíduos no local A;

N_b = número total de indivíduos no local B;

d_a e d_b definidos a partir de:

$$d_a = \frac{\sum a_i^2}{N_a^2} \text{ e } d_b = \frac{\sum b_i^2}{N_b^2} \quad (2)$$

3.6.5 Guildas de espécies de formigas predadoras

As espécies de formigas tidas como potenciais predadoras de insetos-praga da cultura do eucalipto foram caracterizadas em guildas, segundo o estudo de Ramos-Lacau et al. (2008), visto que se trata de um levantamento realizado em eucaliptais.

Além disso, os dados biológicos foram complementados pelos estudos de Delabie, Agosti e Nascimento (2000) e Silvestre, Brandão e Silva (2003), realizados no bioma cerrado, bem como pelas informações sugeridas por Brandão, Silva e Delabie (2009), acerca de um panorama de 14 guildas, classificadas de acordo com estudos realizados no Brasil, pelos mesmos autores.

Cabe ressaltar que foram agrupadas as espécies de formigas que possuíam alguma informação já descrita na literatura, descrevendo-as como espécies predadoras de insetos. Então, a partir dos levantamentos bibliográficos, quando possível, inferiram-se possíveis relações de predação de insetos-praga da cultura do eucalipto, por as espécies de formigas encontradas no presente estudo.

3.6.6 Análise estatística dos parâmetros ecológicos

A análise da riqueza de espécies por amostra e o cálculo do índice de diversidade de formigas nos diferentes sistemas de controle de plantas infestantes foi realizada para os períodos: antes das aplicações (março de 2011), após a primeira aplicação (de 01/04 até 29/06/2011), após a segunda aplicação (de 30/06 até 20/10/2011) e após a terceira aplicação (21/10/2011 até 16/02/2012).

Para a análise estatística da abundância do número de formigas por tratamento e por método de coleta foi realizada análise de variância (ANOVA), tendo como variáveis dependentes o número total de formigas coletadas em cada data de amostragem, separadamente para os três métodos de captura: isca atrativa (IA), armadilha de solo (AS) e funil de Berlese (FB), e como variáveis independentes os tratamentos constituídos pelos diferentes tipos de controle de plantas infestantes. Ressalta-se que o número de formigas capturadas, ou seja, a abundância foi transformada através da fórmula: $x = \sqrt{x}$ para atender aos critérios da estatística descritiva.

Para a análise estatística da riqueza de espécies de formigas por amostra foi realizada análise de variância (ANOVA), tendo como variáveis dependentes a riqueza de espécies encontradas em cada data de amostragem, separadamente para os períodos de aplicações de herbicidas, e como variáveis independentes os tratamentos constituídos pelos diferentes tipos de controle de plantas infestantes.

Para comparar a diversidade de espécies de formigas encontrada entre os tratamentos, realizou-se a análise de variância (ANOVA), tendo como variáveis dependentes os valores dos índices de diversidade de Shannon (H') encontrados nos três métodos de coleta, para cada período de aplicação de herbicida, e como variável independente os tratamentos constituídos pelos diferentes sistemas de controle de plantas infestantes.

A partir dos resultados da ANOVA, realizou-se o teste de médias através do Teste t, com 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa Assistat 7.6 beta (SILVA; AZEVEDO, 2009).

3.7 Identificação e quantificação de plantas infestantes

A fim de relacionar a riqueza de formigas encontrada com a presença e/ou ausência de plantas infestantes na área, antes e após a aplicação dos tratamentos descritos, realizou-se um levantamento das espécies da vegetação consideradas indesejáveis.

O levantamento das espécies de plantas infestantes foi realizado antes do plantio (março de 2011) e seis meses após o plantio das mudas de *E. grandis* (fevereiro de 2012). Para tanto, foram retiradas amostras da vegetação de cinco áreas com 1m² cada, por tratamento, selecionadas aleatoriamente. Os exemplares coletados foram encaminhados para identificação.

Ainda, avaliou-se o acúmulo de biomassa das plantas infestantes, ao final de um ano do período do experimento, para os seis tratamentos, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições.

Para tanto, em fevereiro de 2012, foram retiradas cinco amostras (repetições) da vegetação, para cada um dos seis tratamentos, definidas aleatoriamente, cada área abrangendo 0,25 m². Procedeu-se o corte das plantas rente ao solo, dentro dos limites da área de 0,25 m². Em seguida, as amostras foram embaladas, identificadas e encaminhadas ao Laboratório de Entomologia Florestal da UFSM, onde foram secas em estufa, durante 72 horas, à temperatura

de 65°C. Após a secagem, as amostras foram pesadas em balança analítica de precisão, obtendo-se os valores de massa seca em gramas por metro quadrado (g m^{-2}), para melhor visualização dos resultados realizou-se a conversão para toneladas por hectare (t ha^{-1}).

Para verificar as possíveis diferenças entre os tratamentos, em relação à massa seca de plantas infestantes, realizou-se a análise de variância (ANOVA), tendo como variáveis dependentes os valores de massa seca (t ha^{-1}), e como variáveis independentes os tratamentos constituídos dos diferentes sistemas de controle de plantas infestantes. Posteriormente, realizou-se o Teste t ao nível de 5% de significância, para a comparação de médias de massa seca (t ha^{-1}), entre os tratamentos, com o auxílio do programa estatístico Assistat 7.6 beta (SILVA; AZEVEDO, 2009).

Para analisar as relações entre a riqueza de espécies de plantas infestantes e a massa seca de plantas infestantes, com a riqueza observada de espécies de formigas coletadas nos três métodos de amostragem, utilizou-se correlação linear de Pearson, através do programa estatístico Assistat 7.6 beta, desenvolvido por Silva e Azevedo (2009).

3.8 Dados meteorológicos

A fim de relacionar a riqueza de espécies de formicídeos coletados nos diferentes tratamentos com as variações climáticas ocorridas no período, obtiveram-se as seguintes variáveis meteorológicas: temperaturas médias (T.méd.), máximas (T.máx.) e mínimas (T.mín.), expressas em graus Celsius (°C), precipitação pluviométrica (PP) em milímetros (mm), e umidade relativa do ar (UR.méd. ou UR), em porcentagem (%).

Os dados foram fornecidos pelo professor Ph.D. Alexandre Swarowsky, do Centro Universitário Franciscano (UNIFRA), e obtidos junto à estação meteorológica pertencente ao seu grupo de pesquisa, instalada a cerca de dois quilômetros de distância da área deste estudo, localizada nas dependências da FEPAGRO-Santa Maria, RS.

As leituras foram realizadas diariamente, no entanto, na apresentação dos resultados, consideraram-se os valores médios entre intervalos de coleta, para temperatura e umidade relativa do ar, e o valor acumulado para a variável precipitação. Os valores médios diários de temperatura e umidade relativa do ar foram calculados utilizando-se as fórmulas padrão do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), apresentadas respectivamente por:

$$T.méd. = \frac{T.^{9h} + T.máx. + T.mín. + 2 \times T.^{21h}}{5} \quad (3)$$

Sendo que:

T.méd. = é a temperatura média diária do ar (°C);

T.^{9h}, T.^{21h} = é a temperatura do ar observada as 09 e às 21 horas (°C);

T.máx., T.mín. = correspondem às temperaturas máxima e mínima diária do ar (°C).

$$UR.méd. \text{ ou } UR = \frac{UR.^{9h} + UR.máx. + UR.mín. + 2 \times UR.^{21h}}{5} \quad (4)$$

Sendo que:

UR.méd. ou UR = é a umidade relativa média diária do ar (%);

UR.^{9h}, UR.^{21h} = é a umidade relativa do ar observada as 09 e às 21 horas (%);

UR.máx., UR.mín. = correspondem à umidade relativa máxima e mínima diária do ar (°C), respectivamente.

A partir dos valores médios entre os intervalos das coletas das variáveis meteorológicas, verificou-se a relação entre a riqueza observada de espécies de formigas e os elementos meteorológicos, utilizando-se correlação linear de Pearson, calculada com o auxílio do programa estatístico Assistat 7.6 beta (SILVA; AZEVEDO, 2009).

3.9 Avaliação das variáveis dendrométricas das plantas de *Eucalyptus grandis*

Para fins de elucidção dos possíveis efeitos das plantas infestantes no crescimento inicial das plantas de eucalipto, foram realizadas medições das variáveis: altura das plantas (cm) e diâmetro do caule (cm), seis meses após o plantio (fevereiro de 2012), em 50 plantas localizadas na área de cada tratamento. Posteriormente, realizou-se a análise de variância (ANOVA), tendo como variáveis dependentes os valores de altura e diâmetro das plantas de eucalipto e, como variáveis independentes, os diferentes sistemas de controle de plantas infestantes. Após a análise dos dados, as médias foram comparadas pelo Teste t a 5% de significância.

Em seguida, analisaram-se as possíveis relações das médias dos diâmetros e alturas, massa seca e riqueza de espécies de plantas infestantes com a riqueza de espécies de formigas observadas nos diferentes tratamentos, através de correlação linear de Pearson. Com o auxílio do programa estatístico Assistat 7.6 beta, desenvolvido por Silva e Azevedo (2009), foram calculadas a ANOVA e a correlação linear.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Abundância e frequência de ocorrência de espécies de formigas

No período de março de 2011 a fevereiro de 2012, coletaram-se, em função dos três métodos de amostragem, um total de 46.675 espécimes de formigas, em um plantio inicial de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, submetido a diferentes sistemas de controle de plantas infestantes. As formigas foram classificadas em sete subfamílias, 14 tribos, 18 gêneros e 37 espécies, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Abundância e riqueza de espécies de formigas coletadas com isca atrativa, armadilha de solo e funil de Berlese, em uma área com plantio inicial de *Eucalyptus grandis*, submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.

Subfamília/Tribo/Espécie	Tratamentos ¹					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
DOLICHODERINAE ($^2S_{\text{obs}} = 1$)						
Dolichoderini						
<i>Dorymyrmex</i> sp.1	1	2	11	4	460	12
ECITONINAE ($S_{\text{obs}} = 1$)						
Ecitonini						
<i>Labidus praedator</i> (Fr. Smith, 1858)	7	89	214	85	131	12
ECTATOMMINAE ($S_{\text{obs}} = 3$)						
Ectatommini						
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863	1	5	1	8	1	1
<i>Ectatomma permagnum</i> Forel, 1908	19	51	3	3	3	163
<i>Gnamptogenys sulcata</i> (Fr. Smith, 1858)	2	10	2	1	-	10
FORMICINAE ($S_{\text{obs}} = 7$)						
Brachymyrmecini						
<i>Brachymyrmex degener</i> Emery, 1906	11	118	47	71	175	140
Camponotini						
<i>Camponotus blandus</i> (Fr. Smith, 1858)	-	1	-	-	-	-
<i>Camponotus melanoticus</i> Emery, 1894	1	2	2	8	5	1
<i>Camponotus novogranadensis</i> Mayr, 1870	74	2371	138	558	148	339
<i>Camponotus punctulatus</i> Mayr, 1868	3480	294	1495	26	2200	72
<i>Camponotus rufipes</i> Fabricius, 1775	54	160	3	216	16	1073
<i>Camponotus senex</i> (Smith, 1858)	-	3	-	29	-	-

Continua...

Tabela 1 – Conclusão...

Subfamília/Tribo/Espécie	T1	T2	T3	T4	T5	T6
MYRMICINAE ($S_{obs} = 21$)						
Attini						
<i>Acromyrmex ambiguus</i> (Emery, 1888)	62	32	5	1	5	-
<i>Acromyrmex balzani</i> (Emery, 1890)	96	27	40	8	15	29
<i>Acromyrmex heyeri</i> Forel, 1899	37	11	15	8	2	5
<i>Acromyrmex striatus</i> (Roger, 1863)	4	9	1	-	-	3
<i>Atta sexdens piriventris</i> Santschi, 1919	59	43	93	12	56	76
<i>Mycocepurus goeldii</i> Forel, 1893	28	39	22	4	22	17
Blepharidattini						
<i>Wasmannia auropunctata</i> Roger, 1863	129	84	48	3	77	43
Crematogastrini						
<i>Crematogaster</i> sp.1	-	20	10	3	16	23
<i>Crematogaster victima</i> Fr. Smith, 1858	5	2	2	1	178	176
Dacetini						
<i>Strumigenys schulzi</i> Emery, 1894	-	2	-	-	1	-
Myrmicini						
<i>Pogonomyrmex naegelii</i> Emery, 1878	2	18	8	2	6	35
Pheidolini						
<i>Pheidole complexo flavens</i> sp.2	21	200	36	27	50	83
<i>Pheidole</i> grupo Tristis sp.1	-	-	1	27	1	-
<i>Pheidole nesiota</i> Wilson, 2003	22	57	43	136	22	43
<i>Pheidole obscurithorax</i> Naves, 1985	2201	796	3702	89	4487	1454
<i>Pheidole pullula</i> Santschi, 1911	86	67	46	117	46	103
<i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884	80	523	227	766	341	597
Solenopsidini						
<i>Solenopsis invicta</i> Buren, 1972	1848	235	2989	2540	4308	1074
<i>Solenopsis</i> sp.1	15	110	25	12	3	104
<i>Solenopsis</i> sp.2	4	23	2	3	4	1
<i>Solenopsis</i> sp.3	119	133	11	65	63	38
PONERINAE ($S_{obs} = 2$)						
Ponerini						
<i>Hypoponera</i> sp.1	2	1	-	2	-	9
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)	-	-	1	-	-	-
PSEUDOMYRMECINAE ($S_{obs} = 2$)						
Pseudomyrmecini						
<i>Pseudomyrmex</i> grupo Pallidus sp.1	2	4	-	2	-	-
<i>Pseudomyrmex</i> grupo Pallidus sp.2	-	2	-	1	-	-
Número total de espécimes	8472	5544	9243	4838	12842	5736
S_{obs}^2	30	35	31	33	29	29

¹ Tratamentos: controle químico total de plantas infestantes, na linha e entrelinha de plantio, com glifosato (T1); controle químico total de plantas infestantes na linha de plantio, com glifosato (T2); controle químico de monocotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com setoxidim (T3); controle químico de dicotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com bentazona (T4); controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralela à linha de plantio, com glifosato, e de um metro na parte central da entrelinha, sem controle (T5); e a testemunha, sem controle de plantas infestantes e nenhuma forma de limpeza da área (T6).

² S_{obs} : Riqueza observada de espécies de formigas.

O número de formigas capturadas apresentados na Tabela 1 foi superior as 21.033 formigas registradas por Fonseca e Diehl (2004), em plantios de eucalipto, com diferentes idades, implantados em ecossistema de restinga, no Rio Grande do Sul. Possivelmente, o menor tempo de coleta e o menor número de métodos utilizados pelos autores, bem como a própria composição local das comunidades de formigas, foram fatores que contribuíram para a disparidade de abundância do número de indivíduos em comparação ao presente estudo.

Não se verificou diferença significativa (ANOVA, $p \geq 0,05$) entre os valores médios gerais do número de espécimes de formigas capturados nas áreas com aplicação dos diferentes tratamentos (Apêndice A).

No entanto, na área onde foi realizada a aplicação de glifosato em faixas, com o controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralela à linha de plantio e de um metro na parte central da entrelinha, sem controle foram coletadas 12.842 formigas, correspondendo a 27,5% do total. Seguida das áreas: com controle de monocotiledôneas na linha e na entrelinha do plantio, com 9.243 (19,8%); com controle químico total, na linha e entrelinha do plantio, com 8.472 (18,1%); onde não houve nenhuma intervenção, com 5.736 (12,3%); com controle químico total somente na linha de plantio, com 5.544 (11,9%); e por fim, pela área onde foi realizado o controle de dicotiledôneas na linha e na entrelinha do plantio, que apresentou a menor abundância, com 4.838 formigas (10,4%) (Tabela 1).

Observa-se que as áreas de menor interferência da ação dos herbicidas sobre a composição florística original, onde foram instalados os tratamentos T6, T2 e T4, em termos de abundância de espécimes de formigas, demonstraram valores inferiores a menos da metade do número de formigas capturadas na área onde foi aplicado o tratamento T5 e distantes dos valores observados para as áreas dos tratamentos T1 e T3 (Tabela 1).

Segundo Vasconcelos (1998), níveis mais elevados de perturbação ambiental resultam em um aumento da abundância de formigas, com predomínio de algumas espécies. Sendo assim, os resultados observados nas áreas correspondentes a instalação dos tratamentos T5, T1 e T3, quanto ao número de formicídeos coletados, podem estar relacionados com as alterações causadas na estrutura da vegetação local, pelos diferentes sistemas de controle de plantas infestantes através do uso de herbicidas.

Porém, o número e tamanho das colônias encontradas na área, dados não analisados no presente estudo, aliado aos tipos de métodos de captura utilizados (BESTELMEYER et al., 2000), bem como às variáveis ambientais (GUISEPPE et al., 2006) são fatores importantes que podem interferir nos resultados de densidade de indivíduos e na riqueza de espécies de formigas capturadas.

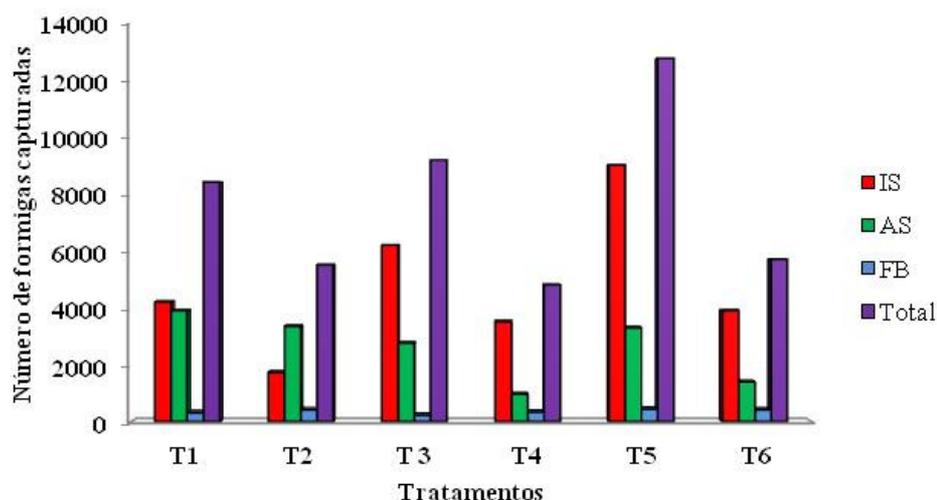


Figura 5 - Número total e por método de coleta: iscas atrativas (IA), armadilhas de solo (AS), funil de Berlese (FB) de formigas capturadas em um plantio inicial de *Eucalyptus grandis*, submetido ao controle químico total de plantas infestantes, na linha e entrelinha do plantio, com glifosato (T1); controle químico total de plantas infestantes na linha de plantio, com glifosato (T2); controle químico de monocotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com setoxidim (T3); controle químico de dicotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com bentazona (T4); controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralelo à linha de plantio, com glifosato, e um metro na parte central da entrelinha, sem controle (T5); e a testemunha, sem controle de plantas infestantes (T6), em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.

Conforme se pode observar na Figura 5, o método de isca atrativa à base de proteína animal apresentou o maior número total de formigas capturadas em comparação aos demais métodos, em cinco das seis áreas avaliadas, seguido dos métodos de armadilha de solo e funil de Berlese. Este fato pode ser explicado pelo comportamento de recrutamento massivo das espécies de formigas, em sua maioria de hábitos alimentares generalistas e dominantes (SARMIENTO-M, 2003), instigado pela presença da isca atrativa (disponibilidade de alimento), aliada à localização das mesmas, próximas ou dentro da área de forrageamento das colônias.

No entanto, verificou-se diferença estatística para as médias de espécimes de formigas capturadas nos diferentes procedimentos de amostragem (ANOVA, $p < 0,05$), nas áreas em que foram aplicados os tratamentos T1, T2, T3 e T5. Sendo que, área com aplicação de glifosato na linha de plantio, apresentou maior número de indivíduos em armadilha de solo, enquanto que na área com controle de plantas infestantes em faixas de um metro paralelas a linha de

plântio, deixando um metro no centro da entrelinha sem controle, houve uma maior incidência de formigas através do método de captura com armadilha de solo (Apêndice A).

Quanto ao número de espécies capturadas por método de amostragem, a maior riqueza observada (S_{obs}) foi encontrada no procedimento com armadilha de solo, para as seis áreas avaliadas (Apêndice B). Esse resultado corrobora os dados apresentados por Lopes e Vasconcelos (2008), que encontraram maior número de espécies de formigas em armadilhas de solo, em comparação à isca atrativa à base de sardinha, nas fisionomias (savânicas) do Cerrado brasileiro, mais pobres em cobertura de serapilheira.

Conforme demonstra a Tabela 1, a área com controle químico realizado somente na linha de plântio (T2) apresentou, ao final do período de coleta, a maior riqueza de espécies observadas, com $S_{obs}= 35$, em detrimento das demais; seguida pela área com controle químico de dicotiledôneas (T4), com $S_{obs}= 33$; da área com controle químico de monocotiledôneas, ambos na linha e entrelinha do plântio (T3), com $S_{obs} = 31$; e da área com controle químico total de plantas infestantes, tanto na linha quanto na entrelinha de plântio (T1), com $S_{obs} = 30$. Já as áreas em que foram aplicados os tratamentos com controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralela à linha de plântio e de um metro na parte central da entrelinha, sem controle (T5), e o testemunha, sem nenhuma intervenção (T6), apresentaram, ambas, a menor riqueza observada, com $S_{obs} = 29$. Fonseca e Diehl (2004) observaram em *E. grandis* e *E. saligna* com cinco anos de idade no Rio Grande do Sul, valores semelhantes, com, respectivamente, 35 e 27 espécies de Formicidae.

A subfamília Myrmicinae foi encontrada em todas as áreas e, apresentou a maior riqueza de espécies ($S_{obs}=21$) (Tabela 1). Essa predominância pode ser explicada pelo fato de esta subfamília ser a mais abundante e apresentar a maior diversidade de hábitos na região Neotropical e no mundo (FOWLER et al., 1991).

Em meio aos gêneros identificados para Myrmicinae, *Pheidole* apresentou a maior riqueza de espécies observadas ($S_{obs} = 6$). Isso se deve possivelmente por este gênero ser o mais abundante, dentre as formigas, em número de colônias e indivíduos (WILSON, 1986). Vários trabalhos em eucalipto indicam o gênero como o maior em número de espécies de formigas observadas (MARINHO et al., 2002; FONSECA e DIEHL, 2004; RAMOS-LACAU et al., 2008; BOSCARDIN et al., 2011).

Dentre as espécies identificadas para *Pheidole*, destaca-se *Pheidole pullula* Santschi, 1911, que ocorreu em todas as áreas avaliadas (Tabela 1), mas somente no método por extração com funil de Berlese, sendo frequente (f) no tratamento T2, no qual se aplicou glifosato na linha de plântio, e muito frequente (mf) nos demais tratamentos (Apêndice B).

Essa espécie foi observada, independentemente do período de aplicação dos herbicidas (Apêndice C). Pouco se sabe a respeito da ecologia desta espécie, sendo conhecida nas regiões de Córdoba e Buenos Aires, Argentina (DELABIE, 2012).

Pertencentes à subfamília Myrmicinae, tribo Attini, as formigas cortadeiras, representadas pelos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, apresentaram, respectivamente, $S_{obs} = 1$ e $S_{obs} = 4$. Apesar da aplicação de isca granulada para realizar seu controle, simulando uma situação de plantio comercial, espécies pertencentes a esses dois gêneros mostraram-se presentes, principalmente no método de coleta com armadilha de solo, fato ocorrido em quase todas as áreas em que se aplicaram os tratamentos, nos quais se apresentaram como pouco frequentes (pf), com exceção de *Acromyrmex balzani* (Emery, 1890), que se mostrou frequente (f) na área onde foi instalado o tratamento T3 (Apêndice B).

Não houve registros de *Acromyrmex ambiguus* (Emery, 1888) na área correspondente ao tratamento T6, nem de *Acromyrmex striatus* (Roger, 1863) nas áreas dos tratamentos T4 e T5 (Tabela 1). A presença constante, mesmo que pouco frequente das espécies de formigas cortadeiras, ocorreu, possivelmente, pela abundância de ninhos e de espécies nas áreas, o que tornou difícil o controle. Ramos et al. (2003), em seu estudo em plantios de eucalipto, verificaram a ausência completa de quatro espécies de *Acromyrmex*, 60 dias após aplicação localizada de iscas formicidas, o que não foi verificado no presente estudo.

Ressalta-se que não há como considerar um tipo de controle de plantas infestantes que contribua para a diminuição do ataque de espécies de formigas cortadeiras a plantas de eucalipto no presente estudo, pois, neste, tem-se somente dados de ocorrência nos métodos utilizados, e não um estudo aprofundado no tempo, com monitoramento das colônias, para cada espécie. Sendo este último um fator que parece indispensável para tal avaliação, uma vez que se tem a interferência direta da aplicação de isca granulada na área.

Mycocepurus goeldii Forel, 1893, também pertencente à tribo Attini, foi encontrada em todas as áreas avaliadas (Tabela 1), porém, demonstrou ser pouco frequente (pf) (Apêndice B). Apresentando-se antes e após aplicação dos herbicidas, com exceção da área correspondente ao tratamento T4 (Apêndice C), o que talvez tenha ocorrido devido à aplicação do herbicida bentazona e à possível eliminação de sua fonte de alimento. Em estudo realizado por Ramos et al. (2004), *M. goeldii* foi sensível apenas a capina mecânica, que, provavelmente, segundo os autores, alterou seu nicho ecológico, não sendo suscetível à aplicação do herbicida glifosato.

M. goeldii, é uma espécie criptobiótica que coleta ampla variedade de substrato para seu fungo simbionte, como folhas, flores, frutos, sementes, fezes, líquens, musgos e carcaças

de artrópodes (LEAL; OLIVEIRA, 1998). Segundo Ramos et al. (2003), esta espécie é um bom indicador do controle localizado de iscas formicidas, pois tem o hábito de forragear fragmentos de iscas espalhados na área ou nas imediações dos ninhos das formigas cortadeiras. Nesse sentido, infere-se que as iscas atrativas, utilizadas no presente estudo, tenham tido pouco efeito sobre a mirmecofauna não alvo, uma vez que *M. goeldii* ocorreu em todas as áreas, nas quais houve aplicação localizada de formicida.

A espécie *Crematogaster victima* Fr. Smith, 1858, também pertencente à Myrmicinae, também esteve presente em todas as áreas, enquanto a *Crematogaster* sp.1 apenas não foi encontrada na área onde se aplicou glifosato na linha e na entrelinha do plantio (Tabela 1), sendo ambas, pouco frequentes (pf) (Apêndice B). Cabe destacar que *C. victima* ocorreu somente antes e após a primeira aplicação de herbicidas, em quase todas as áreas, com exceção da área correspondente ao tratamento T4, em que apareceu somente em março de 2011, e onde não se realizou controle de plantas infestantes, em que esteve presente em quase todo o período, exceto após a segunda aplicação de herbicida (Apêndice C).

Espécies de *Crematogaster* caracterizam-se por nidificarem principalmente sobre a vegetação e apresentam hábito alimentar onívoro (SILVESTRE; SILVA, 2001). Este fato pode explicar a não ocorrência de *C. victima* nas áreas de controle de plantas infestantes depois da primeira aplicação de herbicidas.

Pogonomyrmex naegelii Emery, 1878, também pertencente à Myrmicinae, ocorreu em todas as áreas (Tabela 1), sendo pouco frequente (pf) nos métodos de captura por armadilha de solo e isca atrativa (Apêndice B). Esta espécie foi registrada em todos os períodos avaliados na área sem aplicação de herbicidas, sendo que, nas demais áreas, ocorreu antes das aplicações dos herbicidas, ressurgindo após a segunda aplicação, nas áreas correspondentes aos tratamentos T2 e T3, e após a terceira aplicação nas áreas de T1, T4 e T5 (Apêndice C).

Espécies pertencentes ao gênero *Pogonomyrmex* são comumente encontradas em ambientes xéricos, onde apanham sementes, descascam e armazenam em câmaras especiais, desempenhando papel importante como escavadoras e dispersoras de sementes (GORDON, 2002). Portanto, seu poder de resiliência, observado nas áreas após a aplicação dos herbicidas, ocorreu, possivelmente, devido aos efeitos da sazonalidade e da disponibilidade de alimento.

Strumigenys schulzi Emery, 1894, ocorreu somente nas áreas dos tratamentos T2 e T4 (Tabela 1), tendo sido registrada como pouco frequente (pf) (Apêndice B), ocorrendo apenas depois da terceira aplicação de herbicida (Apêndice C). Espécies pertencentes à tribo Dacetini habitam o húmus intersticial e se alimentam, principalmente, de espécies pertencentes à ordem Collembola (FOWLER et al., 1991). Esse aspecto pode explicar a frequência

encontrada para esta espécie, porém, como não se verificou *S. schulzi* na área sem aplicação de herbicida, torna-se difícil a relação de sua ocorrência com as alterações ocasionadas pelos herbicidas. Uma análise relacionando a ocorrência desta espécie com informações de Collembola seria ideal neste caso.

A segunda maior riqueza de espécies foi encontrada para a subfamília Formicinae ($S_{obs} = 7$). As espécies desta subfamília se caracterizam por secretar ácido fórmico para sua defesa (JAFFÉ, 1993), compreendendo 49 gêneros viventes no mundo (FERNÁNDEZ, 2003).

Dentro desta subfamília, prevaleceu o gênero *Camponotus*, com seis espécies. O gênero *Camponotus* possui ampla distribuição no estado do Rio Grande do Sul, principalmente na região da Depressão Central, sendo que, há mais de um século, a espécie *C. punctulatus* tem sido constatada na região da Fronteira Oeste do estado, e com expansão de sua área de ocupação no estado e nas demais regiões fronteiriças com o Uruguai e Argentina (SIMAS; COSTA; SIMAS, 1997, 2000/2001).

Dentre estas, destaca-se a espécie *Camponotus punctulatus* Mayr, 1868, como a única espécie que ocorreu em todas as áreas avaliadas (Tabela 1), independentemente do período de aplicação dos herbicidas (Apêndice C), demonstrando-se muito frequente (mf) nos três procedimentos de amostragem na área correspondente ao tratamento T3 e pouco frequente (pf) nos métodos de isca e armadilha de solo na área sem nenhuma intervenção, não tendo sido registrada em funil de Berlese, nesta última (Apêndice B).

A partir desses resultados, pode-se inferir que existe uma relação entre a presença da espécie *C. punctulatus* e o meio ambiente, pois, a frequência mais elevada observada para a espécie na área em que foi instalado o tratamento T3 indica uma maior antropização na área, em decorrência, possivelmente, da retirada das monocotiledôneas, ou seja, das espécies de gramíneas que caracterizavam a área natural (campo nativo). Por outro lado, no ambiente estruturalmente mais conservado, observado na área sem controle de matocompetição, *C. punctulatus* apresentou-se como sendo pouco frequente.

O fato registrado nesta pesquisa é corroborado com os resultados encontrados por Folgarait e Gorosito (2001), ao compararem a diversidade de espécies de formigas em duas áreas de pastagem, uma natural e outra implantada. Segundo as autoras, *C. punctulatus* foi a única espécie presente em isca atrativa, apresentando um número significativamente maior de indivíduos em comparação às espécies capturadas nas áreas onde houve o distúrbio agrícola em detrimento do campo natural. Porém, a riqueza de espécies se manteve similar entre as áreas. As autoras ainda observaram que a atividade de alimentação das comunidades de formigas variou bastante entre o campo nativo e o cultivado, sendo que o estabelecimento

exitoso de *C. punctulatus* no campo que sofreu o distúrbio parece ter gerado um efeito negativo sobre o padrão de alimentação das comunidades de formigas, através da alteração na abundância relativa das espécies. Nesse sentido, a área onde se aplicou controle químico de monocotiledôneas na linha e na entrelinha do plantio de eucalipto, pode ser considerada a mais alterada estruturalmente, seguida das áreas correspondentes à instalação dos tratamentos T1 e T5 (Apêndice B).

A espécie *C. punctulatus* causa sérios transtornos à agricultura através da dificuldade de utilização das áreas infestadas, devido às alterações que provoca na superfície do terreno. Seus ninhos, construídos acima da superfície do solo, podem atingir até um metro de altura e são muito resistentes e compactos, denominados vulgarmente de “cupins”. Esses ninhos dificultam o preparo do solo para implantação de culturas agrícolas (SIMAS et al., 2000/2001). Esta espécie se estabelece, especialmente, em áreas de pousio, após o cultivo de arroz irrigado (SIMAS; COSTA; SIMAS, 2000/2001), o que indica sua preferência por ambientes mais antropizados.

O gênero *Brachymyrmex*, pertencente à Formicinae, está representado somente pela espécie *Brachymyrmex degener* Emery, 1906, tendo sido capturada somente através do método de extração com funil de Berlese. A espécie apresentou-se como frequente (f), nas áreas em que se instalaram os tratamentos T1 e T4, e muito frequente (mf), nas demais (Apêndice B). Ela não foi observada antes das aplicações nas áreas correspondentes aos tratamentos T2, T3 e T4, bem como após a segunda aplicação, nesta última (Apêndice C).

Os dados apresentados para *B. degener* mostraram-se contrários aos resultados apresentados por Ramos et al. (2004), que verificaram um efeito negativo para a espécie *Brachymyrmex* sp.1, 60 dias após a aplicação de herbicida glifosato em área com eucalipto. Porém, ressalta-se que a espécie de *Brachymyrmex*, encontrada por Ramos et al. (2004) é diferente da observada no presente estudo, o que pode explicar a diferença na resposta comportamental entre as espécies. Os mesmos autores constataram que *Brachymyrmex* sp.1, juntamente com *Solenopsis* sp.1, *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) foram as espécies mais suscetíveis à aplicação do herbicida.

No entanto, *W. auropunctata* e as quatro espécies pertencentes ao gênero *Solenopsis* foram observadas em todas as áreas avaliadas no presente estudo (Tabela 1), sendo que a única espécie que talvez tenha demonstrando algum indício de suscetibilidade aos herbicidas aplicados foi a *Solenopsis* sp.2. Esta espécie foi registrada nas coletas com funil de Berlese, nas áreas correspondentes aos tratamentos T1 e T5, somente antes e após a primeira aplicação dos herbicidas, em ambas. No entanto, *Solenopsis* sp.2 ocorreu exclusivamente antes dos

tratamentos, na área correspondente ao tratamento T6, onde não foi realizada nenhuma aplicação (Apêndice C).

W. auropunctata possui ampla distribuição e é tida como espécie invasora (SCHULTZ; McGLYNN, 2000). Tais características podem explicar o comportamento desta espécie nos diferentes sistemas de controle de plantas infestantes, exceto para *Solenopsis* sp.2, na área em que foi instalado o tratamento T6.

Cabe ressaltar que Ramos-Lacau et al. (2008) verificaram uma diminuição na frequência de ocorrência de *W. auropunctata*, em decorrência da aplicação localizada de iscas granuladas para controle de formigas cortadeiras, bem como a não ocorrência da espécie, 60 dias após a aplicação sistemática das iscas. Segundo os autores, isso se deve ao fato de *W. auropunctata* utilizar carcaças de formigas contaminadas pelas iscas, como item alimentar. Esses dados corroboram a suposição levantada para *M. goeldii*, inferindo-se que houve pouco ou nenhum impacto das iscas formicidas sobre a fauna de formiga não alvo no presente estudo, devido à escolha assertiva do método de aplicação localizado das iscas.

A subfamília Ectatomminae, por sua vez, apresentou a terceira maior riqueza de espécies ($S_{obs} = 3$), seguida das subfamílias Ponerinae e Pseudomyrmicinae (ambas com $S_{obs} = 2$) e das subfamílias Dolichoderinae e Ecitoninae, que apresentaram somente uma espécie cada. As espécies de formigas encontradas no presente estudo, que compõe as subfamílias Ectatomminae, Ponerinae e Ecitoninae, são espécies predadoras em potencial de insetos-praga que atacam o eucalipto. Assim, as discussões acerca destas espécies serão abordadas no item 4.7.

A subfamília Pseudomyrmicinae apresentou somente duas espécies. *Pseudomyrmex* grupo Pallidus sp.1 (Tabela 1) foi capturada somente em armadilha de solo, nas áreas em que foram instalados os tratamentos T1, T2 e T4, sendo pouco frequente (pf) (Apêndice B), tendo sido encontrada após a primeira aplicação na área do tratamento T1 e após a segunda e a terceira aplicações nas áreas dos tratamentos T2 e T4 (Apêndice C).

Já *Pseudomyrmex* grupo Pallidus sp.2 (Tabela 1) ocorreu somente nas áreas correspondentes aos tratamentos T2 e T4, tendo sido capturada em armadilha de solo e funil de Berlese, respectivamente, sendo pouco frequente (pf) em ambos os métodos de coleta (Apêndice B). Ela foi registrada somente após a terceira aplicação de herbicidas nas duas áreas (Apêndice C).

Segundo Fowler et al. (1991), espécies pertencentes à Pseudomyrmicinae são arbóreas e territorialistas, possuem visão altamente discriminativa e rápida e são predadoras generalistas. Várias espécies mantêm associações mutualísticas obrigatórias com

determinadas plantas, as quais dependem de fitófagos e das quais se obtém alimento para complementar sua dieta. *P. termitarius* é a única espécie comprovadamente terrícola e se alimenta de cupins.

Dorymyrmex sp.1, pertencente à subfamília Dolichoderinae, esteve presente em todas as áreas avaliadas (Tabela 1), registrada como pouco frequente (pf) nos métodos de coleta com isca atrativa e armadilha de solo (Apêndice B).

Ressalta-se que *Dorymyrmex* sp.1 não foi observada após a terceira aplicação de herbicidas nas áreas submetidas a algum tipo de controle de plantas infestantes, tendo sido encontrada, no período dessa aplicação, somente na área sem controle de plantas infestantes (Apêndice C). Este fato pode ser explicado pela ação indireta dos herbicidas sobre a espécie, através da eliminação da vegetação local, pois, espécies de *Dorymyrmex* nidificam em áreas abertas com grama e possuem dieta à base de líquidos provenientes de plantas vivas, sendo que as operárias forrageiam sobre o solo (LONGINO, 2007).

4.2 Riqueza de espécies de formigas

Os resultados das riquezas observadas e estimadas através do método de estimativa não paramétrico *Chao 2*, empregando-se 100 aleatorizações, com o auxílio do programa EstimateS v. 7.5.2, para a área de cada tratamento, foram, em ordem decrescente de riqueza observada, respectivamente, as seguintes: tratamento T2 ($S_{obs} = 35$ e $S_{est} = 35,4$); tratamento T4 ($S_{obs} = 33$ e $S_{est} = 34,4$); tratamento T3 ($S_{obs} = 31$ e $S_{est} = 31,6$); tratamento T1 ($S_{obs} = 30$ e $S_{est} = 32,1$); tratamento T6 ($S_{obs} = 29$ e $S_{est} = 29,9$); e tratamento T5 ($S_{obs} = 29$ e $S_{est} = 29,4$) (Figura 6).

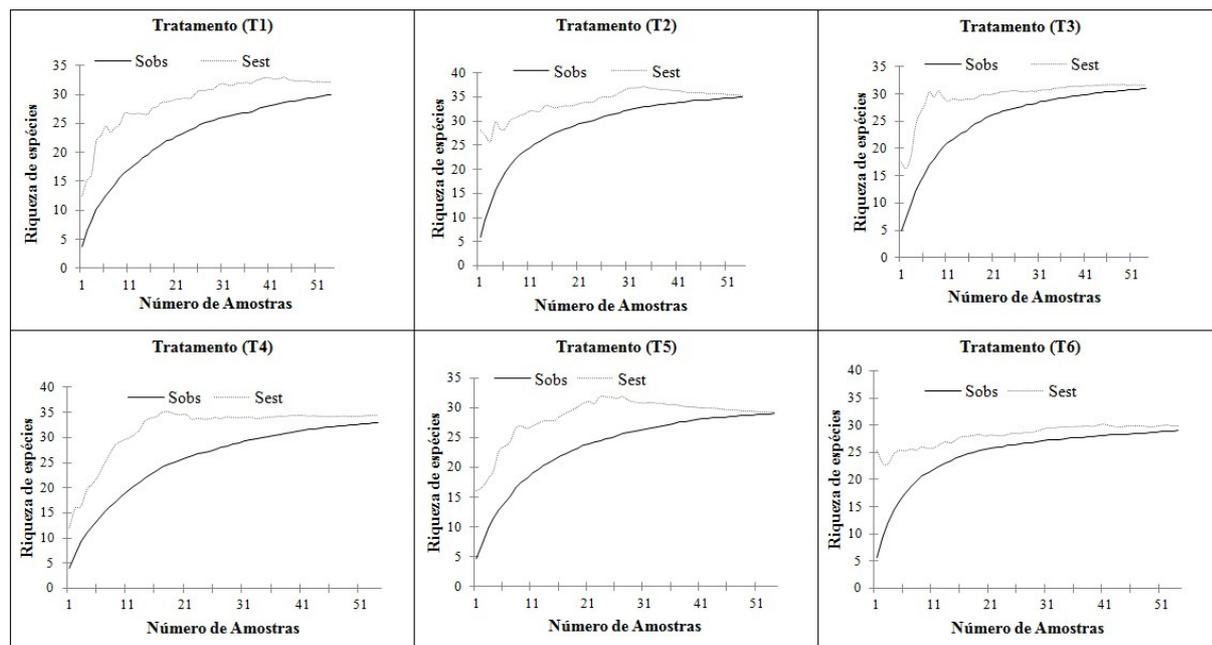


Figura 6 - Curvas cumulativas de riqueza observada (S_{obs}) e estimada (S_{est}) de espécies de formigas capturadas nos três métodos de amostragem, em um plantio inicial de *Eucalyptus grandis*, submetido ao controle químico total de plantas infestantes, na linha e entrelinha de plantio, com glifosato (T1); controle químico total de plantas infestantes na linha de plantio, com glifosato (T2); controle químico de monocotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com setoxidim (T3); controle químico de dicotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com bentazona (T4); controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralelo à linha de plantio, com glifosato, e um metro na parte central da entrelinha, sem controle (T5); e a testemunha, sem controle de plantas infestantes (T6), em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.

Marinho et al. (2002) verificaram maior riqueza estimada de espécies de formigas, através de *Chao 2*, para uma área de mata nativa do Cerrado ($S_{est} = 80,5$), em comparação às classes de idade de sub-bosque em um plantio de eucalipto, sendo a menor riqueza observada na classe de idade definida pelos autores, de zero a dois anos ($S_{est} = 69,5$). Os mesmos autores verificaram que a classe de idade mais avançada, de oito a 10 anos apresentou valor semelhante ao do Cerrado ($S_{est} = 79,6$), sugerindo que, na medida em que aumenta a complexidade local e, conseqüentemente, o sub-bosque assemelha-se à vegetação nativa, maiores serão os valores para a riqueza estimada.

No entanto, Ramos et al. (2008) ao avaliarem o efeito da capina química, realizada com glifosato em eucaliptais com sub-bosque desenvolvido, verificaram maiores valores de riquezas observada e estimada de espécies de formigas, através de *Chao 2*, oito dias antes da aplicação do herbicida ($S_{obs} = 57$ e $S_{est} = 73,1$), bem como uma queda abrupta nas riquezas de

espécies oito dias depois ($S_{obs} = 41$ e $S_{est} = 57,3$) e valores similares aos iniciais sessenta dias após a aplicação dos herbicidas ($S_{obs} = 48$ e $S_{est} = 72,5$). Segundo os autores, os dados indicaram não ter havido um grande distúrbio por parte dos tratamentos sobre a diversidade de formigas, explicado pela aptidão à rápida colonização e à fácil recuperação que estes insetos possuem.

Conforme pode ser identificado na Figura 6, a partir das curvas cumulativas de riqueza de espécies observada (S_{obs}) e riqueza estimada (S_{est}), através da eficiência amostral onde a área com controle químico total de plantas infestantes, correspondente ao tratamento T1, apresentou menor eficiência amostral quando comparado às demais áreas avaliadas, com 93,5% das espécies amostradas. Em contrapartida, para a área onde foi instalado o tratamento T2, com controle químico total de plantas infestantes somente na linha de plantio, verificou-se que o número de espécies amostrado foi mais próximo ao número estimado, com 99,0%.

A área com controle químico de plantas infestantes em faixa de um metro paralela à linha de plantio e de um metro na parte central da entrelinha, sem controle, apresentou 98,7% das espécies de formigas amostradas, seguida da área onde foi instalado o tratamento T3, com controle químico de monocotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com 98,1%. Já a área sem intervenção apresentou-se a quarto mais eficiente, com 96,7%, e a área correspondente ao tratamento T4, com controle químico de dicotiledôneas na linha e entrelinha do plantio, apresentou 95,9% das espécies de formigas amostradas.

Levando-se em consideração o número total de espécies de formigas observado e estimado verifica-se uma pequena variação entre a eficiência amostral entre a área onde foi aplicado glifosato na linha e na entrelinha de plantio, em comparação a área onde não foi realizada nenhuma intervenção, sendo que nessa última foi observada a menor riqueza de espécies de formigas. Este fato sugere que, a composição de espécies de formiga pode responder melhor as alterações entre os diferentes sistemas de controle de plantas infestantes do que a riqueza de espécies. Corroborando assim Schmidt e Diehl (2008), quando afirmam que o uso do solo afeta mais a composição de espécies do que a riqueza de espécies de formigas.

Tabela 2 - Número médio de espécies de formigas por amostra para cada método de coleta isca atrativa (IA), armadilha de solo (AS) e funil de Berlese (FB), em função do período, antes e depois da 1ª, 2ª e 3ª aplicações dos herbicidas, em *Eucalyptus grandis*, submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.

Tratamentos	Antes das aplicações (março de 2011)			
	IA	AS	FB	Média geral
T1 ¹	2,0 a*	2,6 a	0,8 a	1,8 a
T2	1,8 a	3,3 a	1,2 a	2,1 a
T3	1,4 a	2,4 a	0,8 a	1,5 a
T4	0,5 a	2,2 a	1,2 a	1,3 a
T5	1,8 a	1,9 a	1,3 a	1,7 a
T6	1,5 a	2,5 a	1,2 a	1,7 a
CV(%)²	52,1	26,6	87,9	48,2
Após a 1ª aplicação (de 01/04 até 29/06/2011)				
T1	1,2 a	2,9 a	1,2 a	1,8 a
T2	1,3 a	3,7 a	0,5 a	1,8 a
T3	1,2 a	3,3 a	0,7 a	1,7 a
T4	0,8 a	2,1 a	0,5 a	1,1 a
T5	1,3 a	2,4 a	0,8 a	1,5 a
T6	0,7 a	4,1 a	0,9 a	1,9 a
CV(%)	64,6	34,9	56,7	81,6
Após a 2ª aplicação (de 30/06 até 20/10/2011)				
T1	1,0 a	2,2 a	0,5 a	1,2 a
T2	0,8 a	2,6 a	0,8 a	1,4 a
T3	0,7 a	2,4 a	0,8 a	1,3 a
T4	0,7 a	1,8 a	0,5 a	1,0 a
T5	1,2 a	1,8 a	1,1 a	1,3 a
T6	0,9 a	2,8 a	0,7 a	1,5 a
CV(%)	41,4	31,3	48,6	68,8
Após a 3ª aplicação (21/10/ 2011 até 16/02/2012)				
T1	1,1 a	2,1 b	0,4 c	1,2 a
T2	1,1 a	3,3 a	0,9 a	1,8 a
T3	1,2 a	3,2 a	0,7 ab	1,7 a
T4	0,9 a	2,3 b	0,6 bc	1,3 a
T5	1,1 a	3,0 ab	0,9 a	1,7 a
T6	1,6 a	3,2 a	0,7 ab	1,8 a
CV(%)	36,2	30,3	33,7	71,4

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste t ao nível de 5% de significância.

¹ Tratamentos: controle químico total de plantas infestantes na linha e na entrelinha de plantio, com glifosato (T1); controle químico total de plantas infestantes na linha de plantio, com glifosato (T2); controle químico de monocotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com setoxidim (T3); controle químico de dicotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com bentazona (T4); controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralela à linha de plantio, com glifosato (T5), e de um metro na parte central da entrelinha, sem controle; e a testemunha, sem controle de plantas infestantes e nenhuma forma de limpeza da área (T6).

² CV (%): coeficiente de variação expresso em porcentagem (%).

No entendimento de Bestelmeyer et al. (2000), a eficiência de amostragem pode ser influenciada por vários fatores, dentre os quais se destacam o método de amostragem empregado, a heterogeneidade espacial, o relevo e a composição da comunidade de formigas.

Nesse sentido, a partir dos resultados apresentados na Tabela 2, infere-se que houve uma simplificação do ambiente na área do tratamento T1, explicada através da diferença significativa na composição de espécies (ANOVA, $p < 0,05$), em relação aos valores médios de riqueza de espécies de formigas observada, por amostra, nos métodos de armadilha de solo (AS) e funil de Berlese (FB), após a terceira aplicação de herbicidas, em comparação ao ambiente mais estruturado em termos de vegetação, correspondente às áreas dos tratamentos T2 e T6 (Tabela 2).

Cabe ressaltar que, somente após a terceira aplicação de herbicida (período de 21/10/2011 a 16/02/2012), se verificou diferença significativa entre a riqueza observada de espécies, por amostras, através de dois métodos, armadilha de solo (AS) e funil de Berlese (FB), ao passo que o método constituído por iscas atrativas não apresentou diferença significativa entre as áreas avaliadas (Tabela 2).

A competição por território e alimento estabelecida entre espécies de formigas pode ser outra explicação para a menor riqueza de espécies por amostra, encontrada na área correspondente ao tratamento T1, através do predomínio de espécies dominantes sobre cinco das espécies observadas antes das aplicações de herbicida na área, não verificadas após a terceira aplicação, sendo elas *Ectatomma edentatum* Roger, 1863, *Camponotus melanoticus* Emery, 1894, *Camponotus novogranadensis* Mayr, 1870, *C. victima* e *Pheidole nesiota* Wilson, 2003 (Apêndice C).

Corrêa, Fernandes e Leal (2006) encontraram em capões do Pantanal brasileiro uma relação positiva entre a riqueza da comunidade de formigas e a densidade da vegetação herbácea, corroborando com a ideia de que a heterogeneidade do ambiente é um fator determinante para a coexistência e a diminuição de competição entre espécies.

4.3 Efeito dos tratamentos sobre a diversidade de formigas

Conforme pode ser observado na Tabela 3, não houve diferença significativa (ANOVA, $p \geq 0,05$) entre as médias de índices de diversidade de Shannon (H') observadas nos diferentes sistemas de controle de plantas infestantes.

Tabela 3 - Índices de diversidade de Shannon (H'), em função do período, antes e depois da 1ª, 2ª e 3ª aplicações dos herbicidas, em um plantio inicial de *Eucalyptus grandis*, submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.

Períodos	Tratamentos					
	T1 ¹	T2	T3	T4	T5	T6
Antes das aplicações ²	1,30	1,30	1,21	1,28	1,30	1,34
Após a primeira aplicação	1,31	1,36	1,29	1,30	1,24	1,29
Após a segunda aplicação	1,14	1,28	1,28	1,28	1,10	1,35
Após a terceira aplicação	1,27	1,42	1,34	1,35	1,27	1,33
Média (H')	1,25*	1,34	1,28	1,30	1,23	1,33
CV (%)³ = 4,75						

* Não houve diferença significativa entre os índices médios de diversidade de Shannon (H') observados para os diferentes tipos de controle de plantas infestantes (ANOVA, $p > 0,05$).

¹ Tratamentos: controle químico total de plantas infestantes, na linha e na entrelinha de plantio, com glifosato (T1); controle químico total de plantas infestantes na linha de plantio, com glifosato (T2); controle químico de monocotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com setoxidim (T3); controle químico de dicotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com bentazona (T4); controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralela à linha de plantio, com glifosato, e de um metro na parte central da entrelinha, sem controle (T5); e a testemunha, sem controle de plantas infestantes e nenhuma forma de limpeza da área (T6).

² Períodos de aplicações dos herbicidas: antes das aplicações (março de 2011); após a primeira aplicação (de 01/04 até 29/06/2011); após a segunda aplicação (30/06 até 20/10/2011); e após a terceira aplicação (21/10/2011 até 16/02/2012).

³ CV (%): coeficiente de variação expresso em porcentagem (%).

Ressalta-se que, no presente estudo, a riqueza de espécies observada de formigas na área do tratamento T1, antes da aplicação do glifosato, foi de $S_{obs}=21$, decaindo para $S_{obs} = 15$, após a segunda aplicação, e retornando para $S_{obs} = 20$, após a terceira aplicação. Em contrapartida, na área onde foi instalado o tratamento T2, observou-se o maior acréscimo de espécies, tendo sido registrada antes das aplicações, a riqueza de $S_{obs} = 21$ e, após a terceira aplicação, a de $S_{obs} = 29$ (Apêndice C).

Ramos et al. (2004), ao avaliarem a diversidade de Shannon para a comunidade de formigas em *E. grandis*, submetida a capina química com utilização de glifosato, verificaram uma diminuição nos valores do índice de Shannon oito dias depois da aplicação do herbicida, bem como um retorno aos valores similares iniciais encontrados antes das aplicações. Isso indica, segundo os autores, não ter havido um grande distúrbio por parte dos tratamentos sobre a diversidade de formigas.

4.4 As plantas infestantes e a riqueza de espécies de formigas

A discussão abordada no item 4.2, acerca da Tabela 2, corrobora os dados apresentados na Tabela 4, em que se observa a área onde foi instalado o tratamento T1 como o ambiente mais simplificado em termos florísticos, devido à ação do herbicida pós-emergente glifosato, aplicado na linha e na entrelinha do plantio inicial de *E. grandis*.

Nesta área, somente duas espécies de plantas infestantes, ou seja, 10,0 % do total, foram observadas na área ao final do período do experimento (fevereiro de 2012). As espécies foram identificadas como *Solanum sisymbriifolium* Lam (juá) e *Conyza* sp. (buva).

Tabela 4 - Plantas infestantes presentes no final do período de avaliação do experimento (fevereiro de 2012), em plantio inicial de *Eucalyptus grandis*, submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.

Família/Espécie	Nome Popular	Tratamentos					
		T1 ¹	T2	T3	T4	T5	T6
Apiaceae							
<i>Eryngium horridum</i> Malme	Gravatá	-	x	-	-	x	x
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	Dinheiro-em-penca	-	x	x	-	x	x
Asteraceae							
<i>Baccharis</i> sp.	Carqueja	-	x	-	x	x	x
<i>Conyza</i> sp.	Buva	x	x	x	-	x	x
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth.	Suçuia	-	x	-	-	x	x
<i>Pterocaulon alopecuroides</i> (Lam.) DC.	Calção-de-velha	-	x	-	-	x	x
<i>Vernonia nudiflora</i> Less.	Alecrim do campo	-	x	x	-	x	x
<i>Vernonia</i> sp.	Mata-campo	-	x	x	-	x	x
sp.	-	-	x	-	-	x	x
sp.	-	-	x	-	-	x	x
Lamiaceae							
<i>Hyptis</i> sp.	Falsa hortelã	-	x	x	-	x	x
Malvaceae							
<i>Sida</i> sp.	Guanxuma	-	x	-	-	x	x
Poaceae							
<i>Panicum</i> sp. 1	Gramínea	-	x	-	x	x	x
<i>Panicum</i> sp. 2	Gramínea	-	x	-	x	x	x
<i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.)	Cabelo-de-porco	-	x	-	x	-	x
<i>Setaria geniculata</i> (Lam.) P. Beauv.	Capim-rabo-de-raposa	-	x	-	-	-	x

Continua...

Tabela 4 – Conclusão...

Família/Espécie	Nome Popular	Tratamentos					
		T1 ¹	T2	T3	T4	T5	T6
<i>Sorghastrum</i> sp.	Sorgo-do-campo	-	x	-	x	-	x
sp.	Gramínea	-	x	-	-	x	x
Solanaceae							
<i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam.	Juá	X	x	x	-	x	x
<i>Solanum</i> sp.	Fumo-bravo	-	x	-	-	-	x
20²		2	20	6	5	16	20

¹ Tratamentos: controle químico total de plantas infestantes na linha e na entrelinha de plantio, com glifosato (T1); controle químico total de plantas infestantes na linha de plantio, com glifosato (T2); controle químico de monocotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com setoxidim (T3); controle químico de dicotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com bentazona (T4); controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralela à linha de plantio, com glifosato, e de um metro na parte central da entrelinha, sem controle (T5); e a testemunha, sem controle de plantas infestantes e nenhuma forma de limpeza da área (T6).

² Riqueza e/ou número de espécies de plantas infestantes.

De acordo com o observado na Tabela 4, a área onde foi realizado o controle de dicotiledôneas na linha e na entrelinha de plantio, apresentou-se como o segundo ambiente mais alterado, com cinco espécies remanescentes (25,0%), seguido da área na qual foi realizado o controle de monocotiledôneas na linha e entrelinha do plantio, com seis espécies (30,0%).

A área com aplicação de glifosato em faixas, com controle da faixa de um metro paralela à linha de plantio e de um metro na parte central da entrelinha, sem controle, apresentou 16 espécies de plantas infestantes (80,0%). Já as áreas com aplicação de glifosato somente na linha de plantio, na área onde não houve nenhuma intervenção sobre as plantas infestantes, mantiveram as 20 espécies de plantas indesejáveis (100,0 %) identificadas no pré-plantio.

A simplificação dos ambientes submetidos aos diferentes tipos de controle de plantas infestantes, observados na composição florística apresentada na Tabela 4, é constatada também quantitativamente, através da diferença significativa (ANOVA, $p < 0,05$) encontrada entre as médias de massa seca ($t \text{ ha}^{-1}$) analisadas seis meses após o plantio, ou seja, após as três aplicações de herbicidas na área de plantio de eucalipto (Tabela 5).

A partir da análise comparativa das médias de massa seca das plantas infestantes (Tabela 5), observa-se que a média da área em que foi instalado o tratamento T6 ($26,4 t \text{ ha}^{-1}$), onde não houve nenhum tipo de controle de plantas infestantes, foi significativamente diferente da área em que foi aplicado glifosato em área total, correspondente ao tratamento T1

(6,8 t ha⁻¹). Essa relação entre a riqueza de plantas infestantes e sua massa seca é confirmada através da correlação significativamente positiva existente entre essas variáveis (Tabela 6).

Tabela 5 - Valores médios de massa seca (t ha⁻¹) das plantas infestantes em fevereiro de 2012, em um plantio inicial de *Eucalyptus grandis*, submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.

Tratamentos	Massa Seca (t ha⁻¹)
T1 ¹	6,8 b*
T2	14,5 ab
T3	14,7 ab
T4	14,8 ab
T5	13,5 ab
T6	26,4 a
CV (%)²	59,5

*Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste t ao nível de 5% de significância.

¹ Tratamentos: controle químico total de plantas infestantes, na linha e entrelinha de plantio, com glifosato (T1); controle químico total de plantas infestantes na linha de plantio, com glifosato (T2); controle químico de monocotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com setoxidim (T3); controle químico de dicotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com bentazona (T4); controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralela à linha de plantio, com glifosato, e de um metro na parte central da entrelinha, sem controle (T5); e a testemunha, sem controle de plantas infestantes e nenhuma forma de limpeza da área (T6).

² CV (%): coeficiente de variação expresso em porcentagem (%).

Apesar dos resultados apresentados na Tabela 2, da diferença observada entre as áreas submetidas aos diferentes tipos de controle de plantas infestantes, quanto à riqueza de espécies de formigas após a terceira aplicação de herbicida e da composição de espécies herbáceas observadas na Tabela 4, não houve correlação significativa entre a riqueza total observada de espécies de formigas encontradas nos diferentes tipos de controle de plantas infestantes e a riqueza de espécies de plantas infestantes (Tabela 6). Igualmente, não se verificou correlação significativa entre a riqueza de espécies de formigas e a massa seca encontrada para as áreas avaliadas.

Tabela 6 - Correlação (r) entre a riqueza de espécies de plantas infestantes, a massa seca e a riqueza de espécies de formigas, em plantio inicial de *Eucalyptus grandis*, submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.

Correlação	Coefficiente(r)
Plantas infestantes x Massa seca	0,6526 *
Plantas infestantes x Riqueza de formigas	0,0463 ^{ns}
Riqueza de formigas x Massa seca	-0,1839 ^{ns}

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,1 \leq p < 0,05$); ^{ns} não significativo ($p \geq 0,05$).

Perrando (2008), em seu estudo acerca do efeito de diferentes herbicidas sobre a fauna do solo em *Acacia mearnsii* De Wild., sugere que a abundância de formigas pode ter sido afetada não pela aplicação de herbicidas, mas sim pela alteração na liteira do solo, uma vez que os herbicidas alteraram a composição e a biomassa da cobertura vegetal existente na área, conforme o evidenciado na Tabela 6, do presente estudo, quanto à riqueza de espécies de formigas.

4.5 Similaridade entre os sistemas de controle de plantas infestantes

A partir do índice de Morisita-Horn (Imh), constatou-se que houve maior similaridade, ou seja, uma coexistência de espécies de formigas, entre as áreas em que foram instalados os tratamentos T3, T5 e T1, bem como maior similaridade entre as áreas dos tratamentos T2, T4 e T6 (Figura 7).

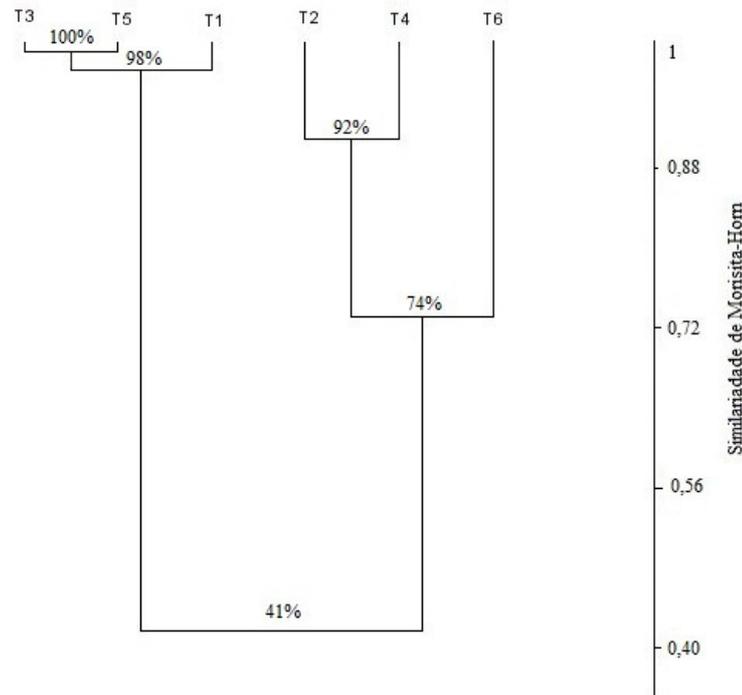


Figura 7 - Dendrograma produzido a partir da análise de agrupamento utilizando a similaridade da composição específica obtida pelo índice de Similaridade de Morisita-Horn (*Imh*), entre os diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em um plantio inicial de *Eucalyptus grandis*, em que: T1= controle químico total de plantas infestantes, na linha e entrelinha do plantio, com glifosato; T2= controle químico total de plantas infestantes na linha de plantio, com glifosato; T3= controle químico de monocotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com setoxidim; T4= controle químico de dicotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com bentazona; T5= controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralelo à linha de plantio, com glifosato, e um metro na parte central da entrelinha, sem controle; e T6= testemunha, sem controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.

Conforme observado na Figura 7, os menores valores do índice de similaridade ocorreram entre as áreas dos tratamentos T1 *versus* T6 (*Imh* = 0,31), T1 *versus* T4 (*Imh* = 0,33), T3 *versus* T6 e T5 *versus* T6, ambas com a mesma similitude (*Imh* = 0,37).

Nesse sentido, a maior similaridade entre as formações estruturais de vegetação menos alterada apresentou-se entre as áreas dos tratamentos T2 *versus* T4 (*Imh* = 0,92), seguidos das áreas de T4 *versus* T6 (*Imh* = 0,74) e T2 *versus* T6 (*Imh* = 0,59). Em contrapartida, nas formações estruturais mais simplificadas, foram observadas entre as áreas dos tratamentos T3 *versus* T5 (*Imh* = 1,00), seguidas pelas áreas de T1 *versus* T3 e T1 *versus* T5, ambas com valores iguais (*Imh* = 0,98).

Cabe ressaltar que apesar da área em que foi instalado o tratamento T4 apresentar somente cinco espécies infestantes ao final do período de avaliação, esta se consistiu do controle de dicotiledôneas, com bentazona, mantendo, assim, o ambiente mais próximo ao natural (campo nativo), com a permanência das espécies de gramíneas (Tabela 4), fator que pode ter conservado a riqueza de espécies de formigas similar aos valores encontrados nos ambientes mais heterogêneos em termos de composição florística, constituídos pelas áreas dos tratamentos T2 e T6.

4.6 Influência das variáveis meteorológicas sobre a riqueza espécies de formigas

Foi verificada correlação significativa entre a riqueza de espécies de formigas e as variáveis meteorológicas, nos três métodos de coleta (Tabela 7).

Conforme se verifica na Tabela 7, houve correlação negativa moderada ($r = -0,5153$) entre a variável precipitação acumulada (mm) e a riqueza de espécies de formigas capturadas em isca atrativa na área do tratamento T2, ou seja, as chuvas que ocorreram nos períodos do estudo tiveram um resultado negativo sobre a riqueza de espécies capturadas. A relação negativa encontrada por Moutinho (1991), entre a precipitação e o número de espécies pertencentes ao gênero *Pheidole*, pode explicar a correlação negativa encontrada na área com aplicação de glifosato somente na linha de plantio.

Curiosamente, não houve correlação significativa entre a riqueza de espécies e as demais variáveis meteorológicas em áreas mais abertas, possivelmente mais expostas às variações climáticas, como, por exemplo, na área do tratamento T1, em que se observou somente 11 espécies em isca atrativa (Apêndice B).

Tabela 7 - Correlação (r) entre a riqueza de espécies de formigas, amostradas com isca atrativa (IA), armadilha de solo (AS) e funil de Berlese (FB) e as médias das variáveis meteorológicas em um plantio inicial de *Eucalyptus grandis*, submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.

Tratamentos	Variáveis meteorológicas				
	T.máx. (°C) ¹	T.méd. (°C)	T.mín. (°C)	UR (%)	PP (mm)
Isca atrativa (IA)					
T1 ²	-0,1715 ^{ns}	0,1010 ^{ns}	0,1249 ^{ns}	0,1613 ^{ns}	-0,0536 ^{ns}
T2	0,1034 ^{ns}	0,1965 ^{ns}	0,2039 ^{ns}	-0,2387 ^{ns}	-0,5153 [*]
T3	-0,0444 ^{ns}	0,0798 ^{ns}	0,0538 ^{ns}	0,0179 ^{ns}	0,0706 ^{ns}
T4	0,3006 ^{ns}	0,1869 ^{ns}	0,1758 ^{ns}	-0,1199 ^{ns}	0,1940 ^{ns}
T5	-0,0055 ^{ns}	0,1830 ^{ns}	0,2549 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	-0,3953 ^{ns}
T6	0,1136 ^{ns}	0,2272 ^{ns}	0,2314 ^{ns}	-0,2163 ^{ns}	-0,2703 ^{ns}
Armadilha de solo (AS)					
T1	-0,0380 ^{ns}	-0,0213 ^{ns}	0,0312 ^{ns}	0,2878 ^{ns}	-0,1139 ^{ns}
T2	0,1052 ^{ns}	0,1749 ^{ns}	0,2292 ^{ns}	-0,1304 ^{ns}	-0,2608 ^{ns}
T3	0,2469 ^{ns}	0,3374 ^{ns}	0,3802 ^{ns}	-0,0734 ^{ns}	-0,0864 ^{ns}
T4	0,0015 ^{ns}	0,1629 ^{ns}	0,2845 ^{ns}	0,1753 ^{ns}	-0,2084 ^{ns}
T5	0,5914 ^{**}	0,6339 ^{**}	0,5796 ^{**}	-0,4806 ^{**}	-0,3465 ^{ns}
T6	-0,0360 ^{ns}	0,0393 ^{ns}	0,0821 ^{ns}	0,2103 ^{ns}	0,1238 ^{ns}
Funil de Berlese (FB)					
T1	-0,5872 ^{ns}	-0,6051 [*]	-0,5298 ^{ns}	0,6622 [*]	0,4974 ^{ns}
T2	0,4162 ^{ns}	0,2652 ^{ns}	0,2635 ^{ns}	-0,4585 ^{ns}	-0,3898 ^{ns}
T3	-0,0558 ^{ns}	-0,2424 ^{ns}	-0,3071 ^{ns}	-0,0235 ^{ns}	-0,4688 ^{ns}
T4	0,3072 ^{ns}	0,2631 ^{ns}	0,2009 ^{ns}	-0,1716 ^{ns}	-0,5157 ^{ns}
T5	0,3862 ^{ns}	0,2095 ^{ns}	0,1593 ^{ns}	-0,1224 ^{ns}	-0,1151 ^{ns}
T6	0,4200 ^{ns}	0,3092 ^{ns}	0,3570 ^{ns}	-0,3657 ^{ns}	-0,2653 ^{ns}

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$), ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); ^{ns} não significativo ($p \geq 0,05$).

¹ T.máx.(°C) = temperatura máxima; T.méd.(°C) = temperatura média; T.mín.(°C) = temperatura mínima; UR (%) = umidade relativa; PP = precipitação (mm).

² Tratamentos: controle químico total de plantas infestantes, na linha e na entrelinha de plantio, com glifosato (T1); controle químico total de plantas infestantes na linha de plantio, com glifosato (T2); controle químico de monocotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com setoxidim (T3); controle químico de dicotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com bentazona (T4); controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralela à linha de plantio, com glifosato, e de um metro na parte central da entrelinha, sem controle (T5); e a testemunha, sem controle de plantas infestantes e nenhuma forma de limpeza da área (T6).

Na área em que foi realizado o controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralela à linha de plantio e de um metro na parte central da entrelinha, sem controle (T5), não se verificou correlação para a variável precipitação acumulada (mm), no procedimento de captura com armadilha de solo. No entanto, para todas as outras variáveis

meteorológicas avaliadas foi verificada correlação com a riqueza de espécies de formigas observadas, tendo sido encontrada correlação positiva moderada para as variáveis: temperatura mínima (°C) ($r = 0,5914$), temperatura máxima (°C) ($r = 0,5796$), temperatura média (°C) ($r = 0,6339$) e correlação negativa moderada para a variável umidade relativa do ar (%) ($r = -0,4806$) (Tabela 7).

A partir dos resultados apresentados acima, acerca da área do tratamento T5, infere-se que, devido às temperaturas maiores e aos menores índices de umidade relativa registrados, coletou-se maior número de espécies de formigas. Isso se deve, provavelmente, pela exposição do solo ocasionada com a ação do herbicida na vegetação, após as aplicações dos herbicidas, o que, possivelmente, alterou o microclima próximo ao solo, refletindo na ação das espécies de formigas, explicando, também, a abundância de indivíduos encontrada na área (Figura 5).

Vargas et al. (2007) relacionaram a formação vegetal de restinga mais homogênea com a composição de espécies de formigas, capturadas também com armadilhas de solo tipo “pitfall”, e verificaram que, nessas áreas, ocorre a elevação da temperatura do solo. Segundo os autores, esse fato ocasionou a dominância de algumas espécies em detrimento de outras, como as pertencentes aos gêneros *Ectatomma*, *Dorymyrmex*, e de algumas espécies de *Camponotus* e *Brachymyrmex*.

Já, para as formigas capturadas com o método de extração utilizando-se funil de Berlese, observou-se correlação significativa com as variáveis temperatura média e umidade relativa, somente na área do tratamento T1. A correlação para temperatura média (°C) foi negativa moderada ($r = -0,6051$) e, para a umidade relativa do ar (%), foi positiva moderada ($r = 0,6622$) (Tabela 7). Nesse caso, o número de espécies capturadas observado foi maior quando se verificou maior umidade relativa do ar e menor temperatura.

A correlação observada entre a riqueza de espécies de formigas capturadas com funil de Berlese na área do tratamento T1 pode estar relacionada ao tipo de controle de planta infestante aplicado no local, pois o solo dessa área ficou exposto, o que, provavelmente, alterou mais o microclima local, após as aplicações de glifosato na linha e na entrelinha de plantio, acarretando possíveis mudanças no comportamento de espécies de formigas que habitam o solo, como por exemplo, *B. degener* (FERNÁNDEZ, 2003). Essa espécie foi capturada exclusivamente através do método de funil de Berlese, que se apresentou frequente (f) na área do tratamento T1, com o menor número de ocorrências em relação aos demais tratamentos, somando apenas oito registros (Apêndice B).

4.7 Formigas predadoras em potencial de insetos-praga

Dentre as 37 espécies de formigas encontradas no presente estudo, seis podem ser consideradas potenciais predadoras de insetos-praga, assim consideradas, a partir das descrições da biologia da espécie ou do gênero, tendo sido agrupadas em três guildas: predadoras epígeas de grande tamanho (PEGT), predadoras generalistas (PG) e predadora nômade (PN) (Tabela 8).

Tabela 8 - Frequência de ocorrência relativa (%) das espécies de formigas predadoras, por guilda, amostradas com isca atrativa, armadilha de solo e funil de Berlese, em plantio inicial de *Eucalyptus grandis*, submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.

Espécies de Formicidae	Sigla ¹	Tratamentos						Frequência por guilda (%)
		T1 ²	T2	T3	T4	T5	T6	
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863	PEGT	11,1	33,3	11,1	22,3	11,1	11,1	7,4
<i>Ectatomma permagnum</i> Forel, 1908	PEGT	7,2	30,6	4,5	3,6	2,7	51,4	91,8
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)	PEGT	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,8
<i>Gnamptogenys sulcata</i> (Fr. Smith, 1858)	PG	16,7	41,7	16,7	8,3	0,0	16,7	66,7
<i>Hypoponera</i> sp.1	PG	16,7	16,7	0,0	33,3	0,0	33,3	33,3
<i>Labidus praedator</i> (Fr. Smith, 1858)	PN	18,9	13,5	21,6	16,2	10,8	18,9	100,0

¹ Sigla das guildas: PEGT (Predadoras epígeas de grande tamanho), PG (Predadoras generalistas), PN (Predadoras nômades).

² Tratamentos: controle químico total de plantas infestantes, na linha e na entrelinha de plantio, com glifosato (T1); controle químico total de plantas infestantes na linha de plantio (T2); controle químico de monocotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com setoxidim (T3); controle químico de dicotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com bentazona (T4); controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralela à linha de plantio, com glifosato, e de um metro na parte central da entrelinha, sem controle (T5); e a testemunha, sem controle de plantas infestantes e nenhuma forma de limpeza da área (T6).

A guilda das formigas predadoras epígeas de grande tamanho (PEGT) é a que possui maior riqueza de espécies (Tabela 8). A guilda de formigas predadoras epígeas de grande tamanho foi caracterizada com base no estudo de Silvestre, Brandão e Silva (2003), pois afirmam que espécies pertencentes a esta guilda podem ser correlacionados com a abundância de outros invertebrados, como larvas de coleópteros, colembolos, e de outras formigas.

Inferese, assim, que espécies predadoras epígeas constituem-se como potenciais predadoras de insetos-praga do eucalipto, principalmente coleópteros desfolhadores, que possuem estágio da fase larval no solo, por exemplo, *Costalimaita ferruginea* (Lefére, 1885) (Coleoptera:Chrysomelidae), com postura e desenvolvimento larval no solo, e *Gonipterus gibberus* (Boisdubal, 1835) e *G. scutellatus* (Gyllenhal, 1833) (Coleoptera: Curculionidae), que possuem fase de pupa no solo (COSTA et al., 2011).

A espécie mais frequente, dentro desta guilda, foi *Ectatomma permagnum* Forel, 1908, com 91,8% do total (Tabela 8), pertencente à subfamília Ectatomminae. Ela foi capturada tanto em armadilha de solo quanto em isca atrativa, sendo frequente (f) para armadilha de solo nas áreas dos tratamentos T2 e T6, e pouco frequente (pf) nos demais métodos e nas demais áreas (Apêndice B). Esses resultados se confirmam pela frequência relativa de ocorrência das espécies de formigas por guildas, que demonstrou ser superior nas áreas menos alteradas em termos de estrutura florística, correspondentes às áreas dos tratamentos T2 e T6, com 30,6% e 51,4% (Tabela 8). Quanto aos períodos de aplicação de herbicida, passou a não ocorrer mais somente após a primeira aplicação na área do tratamento T5. Nas demais áreas em que eventualmente deixou de ocorrer em algum período, apresentou-se recorrente após a terceira aplicação dos herbicidas (Apêndice C).

O poder de resiliência de *E. permagnum* é confirmado através do estudo de Ramos et al. (2004), que registraram esta espécie antes da aplicação de glifosato, em um área de *E. grandis*, através da observação da mesma, oito dias após a aplicação do herbicida, verificando sua recidência 60 dias após essa aplicação. Destaca-se que *E. permagnum* foi registrada em plantios de eucalipto já estabelecidos (MARINHO et al., 2002; FONSECA e DIEHL, 2004; SOARES, ANTONIALLI-JUNIOR e LIMA-JUNIOR, 2010; BRAGA et al., 2010).

A segunda espécie mais frequente dentro da guilda de formigas PEGT foi *E. edentatum* que apresentou 7,4% do total (Tabela 8). Também pertencente à subfamília Ectatomminae, esta espécie ocorreu somente no método de armadilha de solo, apresentando-se como pouco frequente (pf) nos seis sistemas de controle de plantas infestantes (Apêndice B), tendo sido registrada somente antes das aplicações dos herbicidas (Apêndice C).

Ramos et al. (2004) registrou *E. edentatum* antes e após a aplicação de glifosato, em área de eucalipto, tendo sido encontrada em outros estudos, em plantios de eucalipto já estabelecidos (MARINHO et al., 2002; FONSECA e DIEHL, 2004; SOARES, ANTONIALLI-JUNIOR e LIMA-JUNIOR, 2010).

Odontomachus chelifer (Latreille, 1802), pertencente à subfamília Ponerinae, foi à espécie de menor representatividade incluída na guilda PEGT. Esta espécie foi registrada

somente na área em que foi instalado o tratamento T3 (Tabela 8), amostrada em armadilha de solo, na qual se mostrou pouco frequente (pf) (Apêndice B), tendo ocorrido unicamente antes das aplicações dos herbicidas (Apêndice C). Isso confirma o resultado apresentado por Ramos et al. (2004), que encontraram a espécie em *E. grandis* somente antes da capina química com glifosato. Destaca-se o registro desta espécie em área de pastagem (BRAGA et al., 2010) e em plantios já estabelecidos com eucalipto (MARINHO et al., 2002; FONSECA e DIEHL, 2004).

Ressalta-se que Ramos-Lacau et al. (2008) observaram um aumento na frequência de ocorrência de espécies predadoras epígeas de grande tamanho (PEGT), 60 dias após o controle localizado com iscas formicidas, tendo esta guilda desaparecido após a aplicação sistemática. Segundo os autores, no último caso, as formigas predadoras podem ter capturado insetos contaminados pelas iscas, causando sua intoxicação, resultando no efeito negativo após 60 dias.

A guilda de formigas predadoras generalistas (PG) foi caracterizada segundo Delabie, Agosti e Nascimento (2000), apresentando duas espécies. Uma delas, *Gnamptogenys sulcata* (Fr. Smith, 1858), pertencente à subfamília Ectatomminae, é a espécie de maior frequência dentro desta guilda (66,7%) (Tabela 8), tendo sido registrada em quase todas as áreas avaliadas, com exceção do T5. A outra, *G. sulcata* foi registrada somente em armadilha de solo, sendo pouco frequente (pf) (Apêndice A). A maior frequência relativa de ocorrência foi verificada na área do tratamento T2, com 41,7% (Tabela 8).

Cabe ressaltar que *G. sulcata* ocorreu antes das aplicações de herbicidas na área do tratamento T1 e reincidiu após a terceira aplicação de herbicidas (Apêndice C). Ramos et al. (2004) encontraram esta espécie somente 60 dias após a realização de capina química, com glifosato em área de eucalipto. O gênero *Gnamptogenys* foi encontrado em eucaliptais já estabelecidos (MARINHO et al., 2002; SOARES, ANTONIALLI-JUNIOR e LIMA-JUNIOR, 2010), não ocorrendo em eucalipto após a aplicação localizada de iscas atrativas (RAMOS et al., 2003).

Hypoponera sp.1 pertence à subfamília Ponerinae e foi incluída na guilda de formigas predadoras generalistas (PG) (Tabela 8). Esta espécie apresentou-se como a segunda espécie mais frequente dentro dessa guilda (33,3%), tendo sido encontrada nos tratamentos T1, T2, T4 e T6, com maior frequência relativa de ocorrência registrada nos dois últimos (Tabela 8), sendo pouco frequente (pf) em todos eles (Apêndice B). *Hypoponera* sp.1 foi registrada na área do tratamento T1, exclusivamente, após a terceira aplicação do herbicida (Apêndice C).

Ramos-Lacau et al. (2008) encontraram seis espécies de *Hypoponera* em seu estudo com capina química em eucalipto, com quatro destas observadas na área antes e após as

aplicações de glifosato. Este gênero demonstrou ser pouco afetado pela aplicação de iscas formicidas (RAMOS et al., 2003). *Hypoponera* também foi encontrado em plantios de eucalipto já estabelecidos (MARINHO et al., 2002; FONSECA e DIEHL, 2004; SOARES, ANTONIALLI-JUNIOR e LIMA-JUNIOR, 2010; BRAGA et al., 2010).

Espécies pertencentes ao gênero *Gnamptogenys* constituem-se como potenciais predadoras de insetos-praga, juntamente com as espécies do gênero *Hypoponera*, pois se alimentam de outras formigas, bem como de outros insetos (DELABIE; AGOSTI; NASCIMENTO, 2000).

Labidus praedator (Fr. Smith, 1858), pertencente à subfamília Ecitoninae, constituindo-se como a única espécie representante da guilda de formigas predadoras nômades (PN) (Tabela 8), definida com base nas informações de Brandão, Silva e Delabie (2009). Segundo os autores, trata-se de uma espécie epígea de hábito nômade, por isso chamadas de formigas nômades.

Formigas nômades também chamadas de “formigas de correição”, de acordo com Fowler et al. (1991), constituem-se como o nível máximo do comportamento predador e, geralmente, capturam outras espécies de formigas ou outros insetos sociais. Conforme os autores, espécies pertencentes ao gênero *Labidus* atacam além de outras formigas, muitos tipos de artrópodes.

L. praedator apresentou maior frequência de ocorrência relativa observada na área do tratamento T3 (21,6%) tendo ocorrido em todas as áreas avaliadas (Tabela 8), e sendo pouco frequente (pf) para os métodos de captura com isca atrativa e armadilha de solo (Apêndice B).

Esta espécie foi coletada somente após a primeira aplicação de herbicida (Apêndice C), sendo esse resultado contrário ao observado por Ramos et al. (2004) que verificaram sua presença somente antes das aplicações de glifosato em *E. grandis*. Ressalta-se que, espécies pertencentes ao gênero *Labidus* foram encontradas em plantios de eucalipto já estabelecidos (MARINHO et al., 2002; SOARES, ANTONIALLI-JUNIOR e LIMA-JUNIOR, 2010; BRAGA et al., 2010).

4.8 Interferência das plantas infestantes no crescimento do *Eucalyptus grandis*

A partir da mensuração de 50 mudas de *E. grandis*, na área de cada tratamento, seis meses após o transplante das mesmas (fevereiro 2012), verificou-se diferença significativa para os valores médios de altura (cm) e diâmetro (cm) de plantas de eucalipto (Tabela 9).

Tabela 9 - Médias dos diâmetros (cm) e alturas (cm) de plantas de *Eucalyptus grandis*, submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, mensuradas seis meses após o plantio, em fevereiro de 2012, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.

Tratamentos	Médias	
	Diâmetro (cm)	Altura (cm)
T1 ¹	0,25 a*	65,3 a
T2	0,22 b	62,7 a
T3	0,11 d	43,9 c
T4	0,15 c	52,2 b
T5	0,20 b	60,3 a
T6	0,12 d	44,4 c
CV (%)²	39,7	23,8

*Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste t ao nível de 5% de significância.

¹ Tratamentos: controle químico total de plantas infestantes, na linha e na entrelinha de plantio, com glifosato (T1); controle químico total de plantas infestantes na linha de plantio, com glifosato (T2); controle químico de monocotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com setoxidim (T3); controle químico de dicotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com bentazona (T4); controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralela à linha de plantio, com glifosato, e de um metro na parte central da entrelinha, sem controle (T5); e a testemunha, sem controle de plantas infestantes e nenhuma forma de limpeza da área (T6).

² CV (%): coeficiente de variação expresso em porcentagem (%).

Analisando a Tabela 9, quanto ao desenvolvimento do eucalipto, verifica-se diferença significativa (ANOVA, $p < 0,5$) entre os tratamentos avaliados, sendo que o crescimento em diâmetro, pelo Teste t a 5% de significância, foi maior na área onde foi instalado o tratamento T1, quando comparado às demais áreas. Já o crescimento em altura foi maior nas áreas dos tratamentos T1, T2 e T5. Isso se deve, possivelmente, a menor competição estabelecida entre as plantas infestantes e as plantas de eucalipto, por água, luz e nutrientes, na área com controle de plantas infestantes com glifosato, na linha e na entrelinha do plantio (T1).

A ciclagem de nutrientes, que ocorreu a partir da cobertura morta, proveniente da aplicação do glifosato sobre as plantas infestantes, na área do tratamento T1, pode ter influenciado no maior crescimento das mudas. Verificada através da forte correlação negativa apresentada entre as variáveis diâmetro médio e altura média das plantas de eucalipto e a massa seca ($t\ ha^{-1}$) das plantas infestantes, sendo ($r = -0,7104$) e ($r = -0,7202$), respectivamente. Assim, quanto maiores às plantas de eucalipto, em altura e diâmetro, menores os valores de massa seca de plantas infestantes encontrados ao final do período do experimento (fevereiro de 2012) (Tabela 10).

Tabela 10 - Correlação (r) entre as médias de diâmetro (cm) e altura (cm) de plantas de eucalipto riqueza e massa seca ($t\ ha^{-1}$) de plantas infestantes, em um plantio inicial de *Eucalyptus grandis*, submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.

Correlação	Coefficiente(r)
Diâmetro x Altura	0,9889 ^{**}
Diâmetro x Massa seca	-0,7104 ^{**}
Diâmetro x Plantas infestantes	-0,0717 ^{ns}
Altura x Massa seca	-0,7202 ^{**}
Altura x Plantas infestantes	-0,0513 ^{ns}

^{**} Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); ^{ns} não significativo ($p \geq 0,05$).

Conforme observado na Tabela 10, houve forte correlação positiva entre o crescimento das plantas de eucalipto em diâmetro (cm) e altura (cm) ($r = 0,9889$). Cabe ressaltar que as mudas de eucalipto foram mensuradas uma única vez, aos seis meses de campo. Assim, pode-se considerar um período curto com poucas repetições no tempo, para avaliarem-se possíveis perdas de incremento, porém, tanto os dados apresentados na Tabela 9 quanto na Tabela 10 demonstram uma tendência de que o incremento poderá ser maior na área com aplicação de glifosato na linha e na entrelinha de plantio, seguido pelos valores médios apresentados para área onde foi aplicado glifosato somente na linha de plantio.

5 CONCLUSÕES

- ❖ A composição de espécies de formigas apresenta sensibilidade às mudanças locais do ambiente, enquanto que a riqueza é pouco comprometida pelos efeitos indiretos dos diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em um plantio inicial de *Eucalyptus grandis*;
- ❖ O total de espécimes de formigas coletadas, assim como os índices de diversidade de espécies, não difere entre as áreas avaliadas submetidas aos diferentes tipos de controle de plantas infestantes;
- ❖ *Camponotus punctulatus*, capturada em todas as áreas avaliadas, apresenta a maior frequência de ocorrência na área com aplicação do herbicida setoxidim, para controle de monocotiledôneas na linha e na entrelinha de plantio;
- ❖ A diferença entre a riqueza de espécies de formigas capturadas por amostra é verificada, somente no período compreendido após a terceira aplicação dos herbicidas, nos procedimentos de coleta por armadilha de solo e funil de Berlese;
- ❖ A diversidade β é maior entre as áreas com controle de plantas infestantes que alteram menos o meio ambiente, e maior entre as áreas com controle de plantas infestantes que resultam em uma maior simplificação ambiental;
- ❖ *Ectatomma permagnum* e *Gnamptogenys sulcata*, constituem-se como espécies predadoras em potencial de insetos-praga do eucalipto, com maior frequência de ocorrência nos ambientes menos alterados pelo controle de plantas infestantes;
- ❖ *Eucalyptus grandis*, com seis meses de idade, apresenta maior crescimento em diâmetro, na área com controle total de plantas infestantes, com glifosato, na linha e na entrelinha de plantio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF. Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário Estatístico da ABRAF 2011:** ano base 2010. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF11/ABRAF11-BR.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2012.

ALMEIDA, L. M.; RIBEIRO-COSTA, C. S.; MARINONI, L. **Manual de Coleta, Conservação, Montagem e Identificação de Insetos.** Ribeirão Preto: Holos, 2003. 88 p.

ALONSO, L. E. Ants as Indicators of Diversity. In: AGOSTI, D. et al. (Ed.). **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity.** Washington and London: Smithsonian Institution Press, 2000, cap. 6, p. 80-88.

ALTIERI, M. A.; SILVA, E. do N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas.** Ribeirão Preto: Holos, 2003. 226 p.

ANDERSEN, A. N. Function groups and patterns of organization in North American ant communities: a comparison with Australia. **Journal of Biogeography**, v. 24, n. 3, p. 433-460, 1997.

ARMBRECHT, I; PERFECTO, I; SILVERMAN, E. Limitation of nesting resources for ants in Colombian forests and coffee plantations. **Ecological Entomology**, Oxford, v. 31, p. 403-410, 2006.

BACCARO, F. B.; KETELHUT, S. M.; MORAIS, J. W. Efeitos da distância entre iscas nas estimativas de abundância e riqueza de formigas em uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 41, n. 1, p. 115-122, 2011.

BACKES, P.; IRGANG, B. E. **Árvores Cultivadas no Sul do Brasil: Guia de Identificação e Interesse Paisagístico das Principais espécies Exóticas.** Porto Alegre: Paisagem do Sul, 2004. 205 p.

BESTELMEYER, B. T. et al. Fiel techniques for the study of ground-dwelling ants: an overview, description, and evaluation. In: AGOSTI, D. et al. (Ed.). **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity.** Washington and London: Smithsonian Institution Press, 2000, cap. 9, p. 122-144.

BOLTON, B. **A new general catalogue of the ants of the world.** Cambridge: Harvard University Press, 1995. 504 p.

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

BOLTON, B. **Synopsis and classification of Formicidae.** Florida: Memoirs of the American Entomological Institute, 2003. 370 p.

BOSCARDIN, J. et al. Avaliação comparativa de iscas atrativas a partir da riqueza de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) numa floresta de *Eucalyptus grandis*, em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. **AUGMDomus**, Montevideo, v. 3, p.10-19, 2011.

BRAGA, D. L. et al. Avaliação rápida da diversidade de formigas em sistemas de uso do solo no sul da Bahia. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 4, p. 464-469, jul./ago. 2010.

BRANDÃO, C. R. F.; SILVA, R. R.; DELABIE, J. H. C. Formigas (Hymenoptera). In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. R. (Ed.). **Bioecologia e nutrição de insetos: Base para o manejo integrado de pragas.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. cap. 9, p. 323-370.

CHAO, A. Non-parametric estimation of the number of classes in a population. **Scandinavian Journal of Statistics**, v. 11, n. 4, p.265-270, 1984.

CORRÊA, M. M.; FERNANDES, W. D.; LEAL, I. R. Diversidade de Formigas Epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em Capões do Pantanal Sul Matogrossense: relações entre riqueza de espécies e complexidade estrutural da área. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 6, p. 724-730, nov./dez. 2006.

COSTA, E. C. et al. **Entomologia Florestal.** 2. ed., Santa Maria: Editora UFSM, 2011. 244 p.

COLWELL, R. K. **EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5.2.** 2009. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>>. Acesso em: 23 nov. 2011.

DELABIE, J. H. C. *Pheidole pullula* [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <boscardinj@gmail.com> em 26 jun. 2012.

DELABIE, J. H. C.; AGOSTI, D.; NASCIMENTO, I. C. Litter ant communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. In: AGOSTI, D. et al. (Ed.). **Sampling ground-dwelling ants: case studies from the world's rain forests**. Perth: Curtin University, 2000. cap. 1, p. 1-17 (Bulletin, 18).

DELABIE, J. H. C. et al. Sampling effort and choice of methods. In: AGOSTI, D. et al. (Ed.). **Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity**. Washington and London: Smithsonian Institution Press, 2000. cap. 10, p. 145-154.

DELLA LUCIA, T. M. C. **As formigas-cortadeiras**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1993. 262 p.

DELLA LUCIA, T. M. C.; MARINHO, C. G. S.; RIBEIRO, M. M. R. Perspectivas no manejo de formigas-cortadeiras. In: VILELA, E. F. et al. (Ed.). **Insetos sociais: da biologia à aplicação**. Viçosa: Editora da UFV, 2008. cap. 23, p. 369-380.

DIEHL-FLEIG, E. **Formigas: organização social e ecologia comportamental**. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1995. 168 p.

FERNÁNDEZ, F. Subfamília Formicinae. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2003. cap. 21, p. 299-306.

FERNÁNDEZ, F.; SENDOYA, S. Synonymic list of Neotropical ants (Hymenoptera: Formicidae). **Biota Colombiana**, Bogotá, v. 5, n. 1, p. 3-105, jun. 2004.

FERREIRA, L. R. et al. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto**. Viçosa: Editora da UFV, 2010. 140 p.

FILHO, R. V. Influência da matocompetição em plantios de *Eucalyptus grandis*. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.4, n. 12, p. 25-35, set. 1987.

FOLGARAIT, P. J.; GOROSITO, N. B. Invasion of *Camponotus punctulatus* ants in sown pastures: consequences for ant activity and diversity. **Ecología Austral**, Buenos Aires, v.11, p. 49-57, jun. 2001.

FONSECA, R. C.; DIEHL, E. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) epigéicas em povoamentos de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) de diferentes idades no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 48, n. 1, p. 95-100, mar. 2004.

FOWLER, H. G. et al. Ecologia nutricional de formigas. In: PANIZZU, A. R.; PARRA, J. R. R. (Ed.). **Ecologia Nutricional de Insetos e Suas Implicações no Manejo Integrado de Pragas**. São Paulo: Editora Manole LTDA, 1991, cap. 5, p. 131-223.

FREITAS, A. V. L.; FRANCINI, R. B.; BROWN JR, K. S. Insetos como indicadores ambientais. In: CULLEN JR., L.; VALLADARES-PÁDUA, C.; RUDRAN, R. (Ed.). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. 1. ed. Curitiba: Editora da UFPR & Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003, cap.10, p.125-151.

GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GARCIA, F. R. M. **Zoologia agrícola: manejo ecológico de pragas**. 2. ed. Porto Alegre: Rígel, 2002. 248 p.

GOMES, J. P.; IANNUZZI, L.; LEAL, I. R. Resposta da Comunidade de Formigas aos Atributos dos Fragmentos e da Vegetação em uma Paisagem da Floresta Atlântica Nordestina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 6, p. 898-905, nov./dez. 2010.

GORDON, D. **Formigas em ação: como se organiza uma sociedade de insetos**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002. 144p.

GUISEPPE, K. F. L. et al. **The Use Herbicides in Managed Forest Ecosystems and Their Effects on Non-Target Organisms with Particular Reference to Ants as Bioindicators**. Orono[s.n.], 2006. 57 p. (Technical Bulletin, 192).

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n.1, p. 1-9, 2001.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 1990. 732 p.

JAFFÉ, K. **El mundo de las hormigas**. Caracas: Equinoccio/ediciones de la Universidad Simón Bolívar, 1993. 190p.

KUSNEZOV, N. Numbers of species of ants in faunae of different latitudes. **Evolution**, v. 11, n. 3, p. 298-299, set. 1957.

LEAL, I. R.; OLIVEIRA, P. S. Interactions between fungus-growing ants (Attini), fruits and seeds in cerrado vegetation in Southeast Brazil. **Biotropica**, Washington, v. 30, n. 2, p. 170-178, 1998.

LONGINO, J. T. *Dorymyrmex*. In: **Ants of Costa Rica**. Olympia: The Evergreen State College, 2007. Disponível em: <<http://www.evergreen.edu/ants/antsofcostarica.html>>. Acesso em: 09 mar. 2012.

LONGINO, J. T. What to do with the data. In: AGOSTI, D. et al. (Ed). **Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity**. Washington and London: Smithsonian Institution Press, 2000. cap.13, p. 186-203.

LOPES, C. T.; VASCONCELOS, H. L. Evaluation of three methods for sampling ground-dwelling ants in the brazilian cerrado. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.37, n. 4, p.399-405, jul./aug. 2008.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4. ed. São Paulo: Nova Odessa, 2008. 672 p.

LUTINSKI, J. A.; GARCIA, F. R. M. Análise faunística de Formicidae (Hymenoptera: Apocrita) em ecossistema degradado no município de Chapecó, Santa Catarina. **Biotemas**, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 73-86, 2005.

MACEDO, L. M.; BERTI FILHO, E.; DELABIE, J. H. C. Epigeal ant communities in Atlantic Forest remnants of São Paulo: a comparative study using the guild concept. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 55, n. 1, p. 75-78, mar. 2011.

MACHADO, A. P. L. et al. Interferência de plantas daninhas na cultura do eucalipto. In: FERREIRA, L. R. et al. (Ed.). **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto**. Viçosa: Editora UFV, 2010a. cap. 1, p. 15-37.

MACHADO, A. F. L. et al. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto. In: FERREIRA, L. R. et al. (Ed.). **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto**. Viçosa: Editora UFV, 2010b. cap. 2, p. 38-63.

MACHADO, D. N. et al. Avaliação de cloreto de sódio como solução na conservação de formigas utilizadas como indicadoras da qualidade ambiental, em armadilhas de solo em *Pinus elliottii* Engelm. In: CONGRESO DE MEDIO AMBIENTE, 7., 2012, La Plata. **Anais...** La Plata: Asociación de Universidade Grupo Montevideo, 2012. p. 1-13.

MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade ecológica**. Tradução Dana Moiana Vianna. Curitiba: Ed. da UFPR, 2011. 261 p.

MAJER, J. D. Ants: Bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation. **Environmental Management**, New York, v. 7, n.4, p. 375-383, 1983.

MARCHIORI, J. N. C.; SOBRAL, M. **Dendrologia das angiospermas: myrtales**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 1997. 304p.

MARINHO, C. G. S. et al. Diversidade de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) da Serapilheira em Eucaliptais (Myrtaceae) e Área de Cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 187-195, abr./jun. 2002.

MARTINI, A. J. **O plantador de eucaliptos: a questão da preservação florestal no Brasil e o resgate documental do legado de Edmundo Navarro de Andrade**. 2004. 332f. Dissertação (Mestrado em História Social) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MATOS, J. Z. et al. Comparação da fauna de formigas de solo em áreas de plantio de *Pinus elliottii*, com diferentes graus de complexidade estrutural (Florianópolis, SC). **Biotemas**, Florianópolis, v.7, n.1/2, p. 57-64, 1994.

MENTONE, T. de O. et al. Composição da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira em florestas semidecídua e de *Eucalyptus* spp., na região sudoeste do Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 11, n. 2, p. 1-10, 2011.

MOREAU, C. S. et al. Phylogeny of the ants: diversification in the age of angiosperms. **Science**, Washington, v.312, p. 101-104, abr. 2006.

MORENO, C. E. **Métodos para medir la biodiversidad**. Madrid: Sociedad Entomológica Aragonesa, 2001. 84p.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42 p.

MOUTINHO, P. R. de S. **A relação entre clima e a composição e diversidade de faunas locais de formigas do gênero *Pheidole* Westwood (Hymenoptera: Formicidae) em áreas florestadas**. 1991. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Tradução: Christopher J. Tribe. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1988, 434 p.

OLIVEIRA, M. A. et al. A fauna de formigas em povoamentos de eucalipto e mata nativa no estado do Amapá. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 25, n. 1/2, p.117-126, 1995.

OLIVER, I.; BEATTIE, A. J. Invertebrate morphospecies as surrogates for species: A case study. **Conservation Biology**, v. 10, n. 1. p. 99-109, fev. 1996.

PERFECTO, I.; SNELLING, R. Biodiversity and the transformation of a tropical agroecosystem: ants in coffee plantations. **Ecological Applications**, Washington, v. 5, n. 4, p. 1084-1097, nov. 1995.

PERRANDO, E. R. **Caracterização física e biológica do solo após aplicação de herbicidas em plantios de Acácia-Negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no Rio Grande Do Sul**. 2008. 93 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

PITELLI, R. A.; MARCHI, S. R. Interferência das plantas invasoras nas áreas de reflorestamento. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 3., 1991, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1991. p.110-123.

POWEL, S.; BAKER, B. Os grandes predadores dos neotrópicos: comportamento, dieta e impacto das formigas de correição (Ecitoninae). In: VILELA, E. F. et al. (Ed.). **Insetos sociais: da biologia à aplicação**. Viçosa: Editora da UFV, 2008. cap. 1, p. 17-37.

RAMBO, B. **A Fisionomia do Rio Grande do Sul**. 3. ed. São Leopoldo: Editora Unisinos, 1994. 473p.

RAMOS, L. de S. et al. Impacto das capinas mecânica e química do sub-bosque de *Eucalyptus grandis* sobre a comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n.1, p. 139-146, 2004.

RAMOS, L. de S. et al. Impacto de Iscas Formicidas Granuladas Sobre a Mirmecofauna Não-Alvo em Eucaliptais Segundo Duas Formas de Aplicação. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 231-237, abr./jun., 2003.

RAMOS-LACAU, L. de S. et al. Respostas das guildas de formigas (Hymenoptera: Formicidae) a práticas silviculturais em plantio de eucaliptos. **Agrotropica**, Ilhéus, v. 20, p. 61-72, 2008.

RÉ, T. M. **O uso de formigas como bioindicadores no monitoramento ambiental de revegetação de áreas mineradas**. 2007. 246 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

READ, J. L. Use of ants to monitor environmental impacts of salt spray from a mine in arid Australia. **Biodiversity and Conservation**, v.5, n. 12, p. 1533-1543, 1996.

RODRIGUES, K. de M. et al. **Funis de Berlese-Tüllgren modificados utilizados para amostragem de Macroartrópodes de solo**. Seropédica: [s.n.], 2008. 6 p. (Circular Técnica, 22).

RODRIGUES, W. C. **DivEs - Diversidade de espécies. Versão 2.0. Software e Guia do Usuário**, 2005. Disponível em: <<http://www.ebras.bio.br>>. Acesso em: 10 fev. 2010.

ROMERO, H.; JAFFÉ, K. A comparison of methods for sampling ants (Hymenoptera, Formicidae) in savannas. **Biotropica**, Kansas, v. 21, n. 4, p. 348-352, 1989.

SANTOS, I. A.; RIBAS, C. R.; SCHOEREDER, J. H. Biodiversidade de formigas em tipos vegetacionais brasileiros: o efeito das escalas especiais. In: VILELA, E. F. et al. (Ed.). **Insetos sociais: da biologia à aplicação**. Viçosa: Editora da UFV, 2008. cap. 14, p. 242-265.

SARMIENTO-M, C. E. Comparación de tres clases de transecto para captura de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en dos formaciones vegetales. **Caldasia**, Bogotá, v. 22, n. 2, p. 317-326, 2000.

SARMIENTO-M, C. E. Metodologías de captura y estudio de las hormigas. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humbolt, 2003. cap. 12, p. 201-210.

SCHMIDT, F. A.; DIEHL, E. What is the Effect of Soil Use on Ant Communities? **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 4, p. 381-388, jul./ago. 2008.

SCHULTZ T. R.; McGLYNN, T. P. The interactions of ants with other organisms. In: AGOSTI, D. et al. (Ed). **Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity**. Washington and London: Smithsonian Institution Press, 2000. cap. 4, p. 35-44.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal components analysis in the software Assistat-statistical attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTUMIDADE RELATIVAE, 7. Reno, USA: **Anais...** Reno, USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres LTDA., 1976, 419 p.

SILVESTRE, R.; BRANDÃO, C. R. F.; SILVA, R. R. Gremios funcionales de hormigas: El caso de los gremios del Cerrado. In: FERNANDÉZ, F. (Ed.). **Introducción a las hormigas de La región Neotropical**. Bogotá: Fundación Humboldt, 2003. cap. 7, p. 113-148.

SILVESTRE, R.; SILVA, R. R. da. Guildas de formigas da Estação Ecológica Jataí, Luiz Antônio – SP. Sugestões para aplicação do modelo de guildas como bio-indicadores ambientais. **Biotemas**, Florianópolis, v.14, n. 1, p.37-69, 2001.

SIMAS, V. R. et al. Determinação do formato com maior frequência em formigueiros de *Camponotus punctulatus* Mayr, 1868 (Hymenoptera: Formicidae). **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 7/8, n.1, p. 33-40, 2000/2001.

SIMAS, V. R.; COSTA, E. C.; SIMAS, C. A. Aspectos etológicos de *Camponotus punctulatus* Mayr, 1868 (HYMENOPTERA: FORMICIDAE). **Revista de FZVA**, Uruguaiana, v. 4, n. 1, p.1-9, 1997.

SIMAS, V. R.; COSTA, E. C.; SIMAS, C. A. Controle de *Camponotus punctulatus* Mayr, 1868 (HYMENOPTERA: FORMICIDAE). **Revista de FZVA**, Uruguaiana, v. 7/8, n.1, p. 24-32, 2000/2001.

SIMÕES, J. W. **Reflorestamento e Manejo de Florestas Implantadas**. Piracicaba: [s.n.], set. 1989. 29 p. (Documentos Florestais, 4).

SOARES, S. de A.; ANTONIALLI-JUNIOR, W. F.; LIMA-JUNIOR, S. E. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera, Formicidae) em dois ambientes no Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v.54, n.1, p. 71-81, mar. 2010.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: Emater-RS/ASCAR, 2008. 222p.

TUFFI SANTOS, L. D. **Efeitos diretos e indiretos do glyphosate em eucalipto**. 2006. 80 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

VARGAS, A. B. et al. Efeitos de Fatores Ambientais sobre a Mirmecofauna em Comunidade de Restinga no Rio de Janeiro, RJ. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 28-37, jan./fev. 2007.

VASCONCELOS, H. L. Respostas das formigas a fragmentação florestal. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.12, n. 32, p.95-98, dez.1998.

WARDLE, D. A. et al. Impacts of ground vegetation management strategies in a kiwifruit orchard on the composition and functioning of the soil biota. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 33, n. 7, p.893-905, 2001.

WILSON, E. O. The defining traits of fire ants and leaf-cutting ants. In: LOEFGREEN, C.S.; VANDER MEER, R. K. (Ed.). **Fire ants and leaf-cutting ants: biology and management**. Boulder: Westview Press, 1986. cap.1. p.1-9.

ZANETTI, R. et al. Combate sistemático de formigas-cortadeiras com iscas granuladas, em eucaliptais com cultivo mínimo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 387-392, mai./jun. 2003.

Apêndice A – Valores médios do número de espécimes de formigas amostradas com isca atrativa (IA), armadilha de solo (AS) e funil de Berlese (FB) em um plantio inicial de *Eucalyptus grandis*, submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.

Tratamentos	Métodos de Amostragem			Média geral
	IA	AS	FB	
T1 ¹	184,1 ABa*	196,1 Aa	28,8 Ab	156,9 A
T2	75,8 Bb	168,8 Aa	38,6 Ab	102,7 A
T3	271,5 Aa	138,6 Aa	20,7 Ab	171,2 A
T4	153,8 ABa	48,3 Ca	30,5 Aa	89,6 A
T5	394,6 Aa	166,1 ABab	40,5 Ab	237,8 A
T6	170,7 ABa	69,9 BCa	37,5 Aa	106,2 A

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste t ao nível de 5% de significância. ANOVA realizada com valores transformados $x = \sqrt[4]{x}$ para atender aos critérios da estatística descritiva.

¹ Tratamentos: controle químico total de plantas infestantes na linha e na entrelinha de plantio, com glifosato (T1); controle químico total de plantas infestantes na linha de plantio, com glifosato (T2); controle químico de monocotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com setoxidim (T3); controle químico de dicotiledôneas na linha e entrelinha do plantio, com bentazona (T4); controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralela à linha de plantio, com glifosato, e de um metro na parte central da entrelinha, sem controle (T5); e a testemunha, sem controle de plantas infestantes e nenhuma forma de limpeza da área (T6).

Apêndice B – Frequência de ocorrência de espécies de formigas amostradas com isca atrativa (IA), armadilha de solo (AS) e funil de Berlese (FB) em um plantio inicial de *Eucalyptus grandis*, submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.

Subfamília/Tribo/Espécie	Tratamento 1 ¹			Tratamento 2			Tratamento 3		
	IA(%)	AS(%)	FB(%)	IA(%)	AS(%)	FB(%)	IA(%)	AS(%)	FB(%)
DOLICHODERINAE									
Dolichoderini									
<i>Dorymyrmex</i> sp.1	-	1(0,8) pf ²	-	1(0,7) pf	1(0,8) pf	-	3(2,1) pf	2(1,7) pf	-
ECITONINAE									
Ecitonini									
<i>Labidus praedator</i> (Fr. Smith, 1858)	-	7(5,8) pf	-	-	5(4,2) pf	-	-	8(6,7) pf	-
ECTATOMMINAE									
Ectatommini									
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863	-	1(0,8) pf	-	-	3(2,5) pf	-	-	1(0,8) pf	-
<i>Ectatomma permagnum</i> Forel, 1908	1(0,7) pf	7(5,8) pf	-	2(1,4) pf	32(26,7) f	-	-	5(4,2) pf	-
<i>Gnamptogenys sulcata</i> (Fr. Smith, 1858)	-	2(1,7) pf	-	-	5(4,2) pf	-	-	2(1,7) pf	-
FORMICINAE									
Brachymyrmecini									
<i>Brachymyrmex degener</i> Emery, 1906	-	-	8(12,1) f	-	-	15(12,5) mf	-	-	9(13,6) mf
Camponotini									
<i>Camponotus blandus</i> (Fr. Smith, 1858)	-	-	-	1(0,7) pf	-	-	-	-	-
<i>Camponotus melanoticus</i> Emery, 1894	-	1(0,8) pf	-	-	2(1,7) pf	-	-	2(1,7) pf	-
<i>Camponotus novogranadensis</i> Mayr, 1870	-	7(5,8) pf	-	49(34,0) mf	92(76,7) mf	1(0,8) pf	1(0,7) pf	33(27,5) f	1(1,5) pf
<i>Camponotus punctulatus</i> Mayr, 1868	86(59,7) mf	94(78,3) mf	6(9,1) f	7(4,9) pf	40(33,3) f	1(0,8) pf	69(47,9) mf	89(74,2) mf	8(12,1) mf
<i>Camponotus rufipes</i> Fabricius, 1775	5(3,5) pf	4(3,3) pf	-	13(9,0) pf	9(7,5) pf	-	-	4(3,3) pf	-
<i>Camponotus senex</i> (Smith, 1858)	-	-	-	1(0,7) pf	1(0,8) pf	-	-	-	-
MYRMICINAE									
Attini									

Continua...

Apêndice B – Continuação...

Subfamília/Tribo/Espécie	Tratamento 1 ¹			Tratamento 2			Tratamento 3		
	IA(%)	AS(%)	FB(%)	IA(%)	AS(%)	FB(%)	IA(%)	AS(%)	FB(%)
<i>Acromyrmex ambiguus</i> (Emery, 1888)	-	5(4,2) pf	-	-	6(5,0) pf	-	-	5(4,2) pf	-
<i>Acromyrmex balzani</i> (Emery, 1890)	-	13(10,8) pf	-	-	19(15,8) pf	-	-	34(28,3) f	-
<i>Acromyrmex heyeri</i> Forel, 1899	1(0,7) pf	2(1,7) pf	-	-	8(6,7) pf	-	-	6(5,0) pf	-
<i>Acromyrmex striatus</i> (Roger, 1863)	-	2(1,7) pf	-	-	7(5,8) pf	-	-	1(0,8) pf	-
<i>Atta sexdens piriventris</i> Santschi, 1919	-	12(10,0) pf	-	-	17(14,2) pf	-	-	19(15,8) pf	-
<i>Mycocepurus goeldii</i> Forel, 1893	1(0,7) pf	15(12,5) pf	1(1,5) pf	-	21(17,5) pf	1(0,8) pf	1(0,7) pf	14(11,7) pf	1(1,5) pf
Blepharidattini									
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	2(1,4) pf	4(3,3) pf	1(1,5) pf	2(1,4) pf	11(9,2) pf	3(2,5) pf	2(1,4) pf	1(0,8) pf	3(4,5) pf
Crematogastrini									
<i>Crematogaster</i> sp.1	-	-	-	3(2,1) pf	3(2,5) pf	-	1(0,7) pf	1(0,8) pf	2(3,0) pf
<i>Crematogaster victima</i> Fr. Smith, 1858	2(1,4) pf	1(0,8) pf	-	-	2(1,7) pf	-	-	2(1,7) pf	-
Dacetini									
<i>Strumigenys schulzi</i> Emery, 1894	-	-	-	-	-	1(0,8) pf	-	-	-
Myrmicini									
<i>Pogonomyrmex naegelii</i> Emery, 1878	-	3(2,5) pf	-	-	10(8,3) pf	-	-	8(6,7) pf	-
Pheidolini									
<i>Pheidole complexo flavens</i> sp.2	-	8(6,7) pf	-	17(11,8) pf	13(10,8) pf	-	3(2,1) pf	9(7,5) pf	-
<i>Pheidole</i> grupo <i>Tristis</i> sp.1	-	-	-	-	-	-	-	-	1(1,5) pf
<i>Pheidole nesiota</i> Wilson, 2003	-	2(1,7) pf	-	2(1,4) pf	13(10,8) pf	-	2(1,4) pf	4(3,3) pf	-
<i>Pheidole obscurithorax</i> Naves, 1985	43(29,9) f	71(59,2) mf	-	17(11,8) pf	19(15,8) pf	-	50(34,7) mf	79(65,8) mf	-
<i>Pheidole pullula</i> Santschi, 1911	-	-	14(21,2) mf	-	-	12(10,0) f	-	-	10(15,2) mf
<i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884	6(4,2) pf	7(5,8) pf	1(1,5) pf	23(16,0) f	28(23,3) pf	1(0,8) pf	5(3,5) pf	7(5,8) pf	1(1,5) pf
Solenopsidini									
<i>Solenopsis invicta</i> Buren, 1972	25(17,4) pf	22(18,3) pf	-	7(4,9) pf	7(5,8) pf	1(0,8) pf	15(10,4) pf	19(5,8) pf	3(4,5) pf

Continua...

Apêndice B – Continuação...

Subfamília/Tribo/Espécie	Tratamento 1 ¹			Tratamento 2			Tratamento 3		
	IA(%)	AS(%)	FB(%)	IA(%)	AS(%)	FB(%)	IA(%)	AS(%)	FB(%)
<i>Solenopsis</i> sp.1	2(1,4) pf	2(1,7) pf	-	14(9,7) pf	7(5,8) pf	-	3(2,1) pf	4(3,3) pf	2(3,0) pf
<i>Solenopsis</i> sp.2	-	-	2(3,0) pf	-	-	6(5,0) f	-	-	2(3,0) pf
<i>Solenopsis</i> sp.3	-	-	7(10,6) f	-	-	13(10,8) f	-	-	7(10,6) f
PONERINAE									
Ponerini									
<i>Hypoponera</i> sp.1	-	-	1(1,5) pf	-	-	1(0,8) pf	-	-	-
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)	-	-	-	-	-	-	-	1(0,8) pf	-
PSEUDOMYRMECINAE									
Pseudomyrmecini									
<i>Pseudomyrmex</i> grupo Pallidus sp.1	-	1(0,8) pf	-	-	3(2,5) pf	-	-	-	-
<i>Pseudomyrmex</i> grupo Pallidus sp.2	-	-	-	-	2(1,7) pf	-	-	-	-
S_{obs}^3	11	25	9	15	28	12	12	26	13
	Tratamento 4			Tratamento 5			Tratamento 6		
DOLICHODERINAE									
Dolichoderini									
<i>Dorymyrmex</i> sp.1	-	1(0,8) pf	-	2(1,4) pf	-	-	2(1,4) pf	3(2,5) pf	-
ECITONINAE									
Ecitonini									
<i>Labidus praedator</i> (Fr. Smith, 1858)	3(2,1) pf	3(2,5) pf	-	-	4(3,3) pf	-	1(0,7) pf	6(5,0) pf	-
ECTATOMMINAE									
Ectatommini									
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863	-	2(1,7) pf	-	-	1(0,8) pf	-	-	1(0,8) pf	-
<i>Ectatomma permagnum</i> Forel, 1908	-	4(3,3) pf	-	-	3(2,5) pf	-	6(4,2) pf	51(42,5) f	-
<i>Gnamptogenys sulcata</i> (Fr. Smith, 1858)	-	1(0,8) pf	-	-	-	-	-	2(1,7) pf	-

Continua...

Apêndice B – Continuação...

Subfamília/Tribo/Espécie	Tratamento 4			Tratamento 5			Tratamento 6		
	IA(%)	AS(%)	FB(%)	IA(%)	AS(%)	FB(%)	IA(%)	AS(%)	FB(%)
FORMICINAE									
Brachymyrmecini									
<i>Brachymyrmex degener</i> Emery, 1906	-	-	9(13,6) f	-	-	18(27,3) mf	-	-	17(25,8) mf
Camponotini									
<i>Camponotus blandus</i> (Fr. Smith, 1858)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Camponotus melanoticus</i> Emery, 1894	-	7(5,8) pf	-	-	3(2,5) pf	-	-	1(0,8) pf	-
<i>Camponotus novogranadensis</i> Mayr, 1870	36(25,0) mf	86(71,7) mf	2(3,0) pf	-	34(28,3) f	-	15(10,4) pf	64(53,3) mf	2(3,0) pf
<i>Camponotus punctulatus</i> Mayr, 1868	1(0,7) pf	24(20,0) pf	-	76(52,8) mf	74(61,7) mf	5(7,6) pf	6(4,2) pf	27(22,5) pf	-
<i>Camponotus rufipes</i> Fabricius, 1775	15(10,4) f	25(20,8) pf	-	3(2,1) pf	3(2,5) pf	-	60(41,7) mf	80(66,7) mf	-
<i>Camponotus senex</i> (Smith, 1858)	1(0,7) pf	-	-	-	-	-	-	-	-
MYRMICINAE									
Attini									
<i>Acromyrmex ambiguus</i> (Emery, 1888)	-	1(0,8) pf	-	-	1(0,8) pf	1(1,5) pf	-	-	-
<i>Acromyrmex balzani</i> (Emery, 1890)	-	9(7,5) pf	-	-	15(12,5) pf	-	-	21(17,5) pf	1(1,5) pf
<i>Acromyrmex heyeri</i> Forel, 1899	-	6(5,0) pf	-	-	2(1,7) pf	-	-	3(2,5) pf	-
<i>Acromyrmex striatus</i> (Roger, 1863)	-	-	-	-	-	-	-	3(2,5) pf	-
<i>Atta sexdens piriventris</i> Santschi, 1919	-	5(4,2) pf	-	-	15(12,5) pf	-	-	26(21,7) pf	-
<i>Mycocepurus goeldii</i> Forel, 1893	-	3(2,5) pf	-	-	10(8,3) pf	2(3,0) pf	-	12(10,0) pf	1(1,5) pf
Blepharidattini									
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	2(1,4) pf	1(0,8) pf	-	2(1,4) pf	5(4,2) pf	3(4,5) pf	2(1,4) pf	6(5,0) pf	2(3,0) pf
Crematogastrini									
<i>Crematogaster</i> sp.1	1(0,7) pf	2(1,7) pf	-	2(1,4) pf	-	-	4(2,8) pf	5(4,2) pf	1(1,5) pf
<i>Crematogaster victima</i> Fr. Smith, 1858	-	1(0,8) pf	-	2(1,4) pf	1(0,8) pf	-	4(2,8) pf	1(0,8) pf	-

Continua...

Apêndice B – Continuação...

Subfamília/Tribo/Espécie	Tratamento 4			Tratamento 5			Tratamento 6		
	IA(%)	AS(%)	FB(%)	IA(%)	AS(%)	FB(%)	IA(%)	AS(%)	FB(%)
Dacetini									
<i>Strumigenys schulzi</i> Emery, 1894	-	-	-	-	1(0,8) pf	-	-	-	-
Myrmicini									
<i>Pogonomyrmex naegelii</i> Emery, 1878	-	3(2,5) pf	-	-	6(5,0) pf	-	1(0,7) pf	7(5,8) pf	-
Pheidolini									
<i>Pheidole complexo flavens</i> sp.2	4(2,8) pf	7(5,8) pf	-	4(2,8) pf	9(7,5) pf	-	13(9,0) pf	12(10,0) pf	-
<i>Pheidole grupo Tristis</i> sp.1	-	-	3(4,5) pf	-	-	1(1,5) pf	-	-	-
<i>Pheidole nesiota</i> Wilson, 2003	7(4,9) pf	26(21,7) pf	-	-	5(4,2) pf	-	3(2,1) pf	7(5,8) pf	1(1,5) pf
<i>Pheidole obscurithorax</i> Naves, 1985	8(5,6) pf	12(10,0) pf	-	55(38,2) mf	73(60,8) mf	1(1,5) pf	9(6,3) pf	13(10,8) pf	-
<i>Pheidole pullula</i> Santschi, 1911	-	-	13(19,7) mf	-	-	16(24,2) mf	-	-	13(19,7) mf
<i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884	13(9,0) f	20(16,7) pf	-	9(6,3) pf	8(6,7) pf	-	24(16,7) f	26(21,7) pf	1(1,5) pf
Solenopsidini									
<i>Solenopsis invicta</i> Buren, 1972	20(13,9) f	16(13,3) pf	5(7,6) pf	24(16,7) pf	23(19,2) pf	4(6,1) pf	4(2,8) pf	8(6,7) pf	4(6,1) pf
<i>Solenopsis</i> sp.1	3(2,1) pf	1(0,8) pf	-	-	2(1,7) pf	1(1,5) pf	6(4,2) pf	5(4,2) pf	1(1,5) pf
<i>Solenopsis</i> sp.2	-	-	3(4,5) pf	-	-	2(3,0) pf	-	-	1(1,5) pf
<i>Solenopsis</i> sp.3	-	-	4(6,1) pf	-	-	10(15,2) f	-	-	8(12,1) f
PONERINAE									
Ponerini									
<i>Hypoponera</i> sp.1	-	-	2(3,0) pf	-	-	-	-	-	2(3,0) pf
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PSEUDOMYRMECINAE									
Pseudomyrmecini									
<i>Pseudomyrmex grupo Pallidus</i> sp.1	-	2(1,7) pf	-	-	-	-	-	-	-

Continua...

Apêndice B – Conclusão...

Subfamília/Tribo/Espécie	Tratamento 4			Tratamento 5			Tratamento 6		
	IA(%)	AS(%)	FB(%)	IA(%)	AS(%)	FB(%)	IA(%)	AS(%)	FB(%)
<i>Pseudomyrmex</i> grupo Pallidus sp.2	-	-	1(1,5) pf	-	-	-	-	-	-
S_{obs}^3	13	25	9	10	22	12	16	24	14

¹ Tratamentos: controle químico total de plantas infestantes, na linha e na entrelinha de plantio, com glifosato (Tratamento 1); controle químico total de plantas infestantes na linha de plantio, com glifosato (Tratamento 2); controle químico de monocotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com setoxidim (Tratamento 3); controle químico de dicotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com bentazona (Tratamento 4); controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralela à linha de plantio, com glifosato, e de um metro na parte central da entrelinha, sem controle (Tratamento 5); e a testemunha, sem controle de plantas infestantes e nenhuma forma de limpeza da área (Tratamento 6).

² Classificações das espécies a partir da frequência de ocorrência: muito frequente (mf): número de indivíduos maior que o limite superior do IC a 5%; frequente (f): número de indivíduos situados dentro do IC a 5%; e pouco frequente (pf): número de indivíduos menor que o limite inferior do IC a 5%.

³ S_{obs} : riqueza observada de espécies de formigas.

Apêndice C – Espécies de formigas amostradas em três métodos de captura, no período anterior (A), após a primeira (P), após a segunda (S) e após a terceira (T) aplicação de herbicida, em um plantio inicial de *Eucalyptus grandis*, submetido a diferentes tipos de controle de plantas infestantes, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a fevereiro de 2012.

Subfamília/Tribo/Espécie	T1 ¹				T2				T3				T4				T5				T6			
	A	P	S	T	A	P	S	T	A	P	S	T	A	P	S	T	A	P	S	T	A	P	S	T
DOLICHODERINAE																								
Dolichoderini																								
<i>Dorymyrmex</i> sp.1	-	x	-	-	-	-	x	-	-	x	x	-	-	-	x	-	x	x	-	-	-	-	x	x
ECITONINAE																								
Ecitonini																								
<i>Labidus praedator</i> (Fr. Smith, 1858)	-	-	x	-	-	-	x	x	-	x	x	x	-	x	x	x	-	x	-	x	-	x	x	x
ECTATOMMINAE																								
Ectatommini																								
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863	x	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-	-
<i>Ectatomma permagnum</i> Forel, 1908	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	-	x	x	x	-	-	-	x	x	x	x
<i>Gnamptogenys sulcata</i> (Fr. Smith, 1858)	x	-	-	x	-	-	x	x	-	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x
FORMICINAE																								
Brachymyrmecini																								
<i>Brachymyrmex degener</i> Emery, 1906	x	x	x	x	-	x	x	x	-	x	x	x	-	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Camponotini																								
<i>Camponotus blandus</i> (Fr. Smith, 1858)	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Camponotus melanoticus</i> Emery, 1894	x	-	-	-	x	-	-	x	x	-	-	x	x	x	x	x	x	-	-	-	x	-	-	-
<i>Camponotus novogranadensis</i> Mayr, 1870	x	-	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Camponotus punctulatus</i> Mayr, 1868	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Camponotus rufipes</i> Fabricius, 1775	x	x	-	x	x	x	-	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	x	x	x
<i>Camponotus senex</i> (Smith, 1858)	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Continua...

Apêndice C – Continuação...

Subfamília/Tribo/Espécie	T1				T2				T3				T4				T5				T6			
	A	P	S	T	A	P	S	T	A	P	S	T	A	P	S	T	A	P	S	T	A	P	S	T
MYRMICINAE																								
Attini																								
<i>Acromyrmex ambiguus</i> (Emery, 1888)	-	x	x	x	-	x	x	x	x	x	-	x	-	-	-	x	-	x	-	x	-	-	-	-
<i>Acromyrmex balzani</i> (Emery, 1890)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Acromyrmex heyeri</i> Forel, 1899	x	-	-	x	-	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	-	-	x	-	x	x	-	x	x
<i>Acromyrmex striatus</i> (Roger, 1863)	-	x	x	-	-	x	x	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-
<i>Atta sexdens piriventris</i> Santschi, 1919	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	-
<i>Myocepurus goeldii</i> Forel, 1893	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x
Blepharidattini																								
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	-	x	-	x	-	x	x	x	-	-	x	x	-	x	x	x	x	-	-	x	x	-	x	x
Crematogastrini																								
<i>Crematogaster</i> sp.1	-	-	-	-	-	x	x	x	-	x	-	x	-	x	x	x	-	-	-	x	-	x	x	x
<i>Crematogaster victima</i> Fr. Smith, 1858	x	x	-	-	x	x	-	-	x	x	-	-	x	-	-	-	x	x	-	-	x	x	-	x
Dacetini																								
<i>Strumigenys schulzi</i> Emery, 1894	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Myrmicini																								
<i>Pogonomyrmex naegelii</i> Emery, 1878	x	-	-	x	x	-	x	x	x	-	x	x	x	-	-	x	x	-	-	x	x	x	x	x
Pheidolini																								
<i>Pheidole complexo flavens</i> sp.2	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Pheidole</i> grupo Tristic sp.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-
<i>Pheidole nesiota</i> Wilson, 2003	x	x	-	-	-	x	x	x	-	x	x	x	-	x	x	x	-	-	x	x	x	x	x	x
<i>Pheidole obscurithorax</i> Naves, 1985	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x
<i>Pheidole pullula</i> Santschi, 1911	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Continua...

Apêndice C – Conclusão...

Subfamília/Tribo/Espécie	T1				T2				T3				T4				T5				T6			
	A	P	S	T	A	P	S	T	A	P	S	T	A	P	S	T	A	P	S	T	A	P	S	T
Solenopsidini																								
<i>Solenopsis invicta</i> Buren, 1972	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Solenopsis</i> sp.1	x	x	-	x	x	x	x	x	-	x	x	x	-	-	x	x	-	-	-	x	-	x	x	x
<i>Solenopsis</i> sp.2	x	x	-	-	x	x	-	x	x	-	x	-	x	x	-	x	x	x	-	-	x	-	-	-
<i>Solenopsis</i> sp.3	-	x	x	x	-	x	x	x	x	-	x	x	-	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x
PONERINAE																								
Ponerini																								
<i>Hypoponera</i> sp.1	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-	-	x	x	-
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PSEUDOMYRMECINAE																								
Pseudomyrmecini																								
<i>Pseudomyrmex</i> grupo Pallidus sp.1	-	x	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudomyrmex</i> grupo Pallidus sp.2	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
S_{obs}^2	21	22	15	20	21	24	25	29	21	21	21	24	20	21	21	24	21	19	14	21	23	21	24	23

¹ Tratamentos: controle químico total de plantas infestantes, na linha e na entrelinha de plantio, com glifosato (T1); controle químico total de plantas infestantes na linha de plantio (T2); controle químico de monocotiledôneas na linha e entrelinha de plantio, com setoxidim (T3); controle químico de dicotiledôneas na linha e entrelinha de plantio (T4); controle químico total de plantas infestantes em faixa de um metro paralela à linha de plantio, com glifosato, e de um metro na parte central da entrelinha, sem controle (T5); e a testemunha, sem controle de plantas infestantes e nenhuma forma de limpeza da área (T6).

² S_{obs} : riqueza observada de espécies de formigas.

Anexo A - Caracterização técnica dos produtos fitossanitários (herbicidas e adjuvante) utilizados na execução do experimento, conforme dados expedidos pelos fabricantes.

Denominação	Especificações técnicas(*)
Glifosato	<p>Ingrediente ativo (i. a.): <i>Glyphosate</i> Composição química: Sal potássico de N-(phosphonemethyl) glycine Grupo Químico: Glicina substituída Equivalente ácido do ativo: 500 g L⁻¹ Formulação: Concentrado solúvel Tipo de aplicação: Pós-emergente Finalidade de uso: Controle de vegetação Ação: sistêmica, não seletivo Classe Toxicológica: III - Medianamente tóxico Periculosidade Ambiental: III - Perigoso ao meio ambiente</p>
Setoxidim	<p>Ingrediente ativo (i. a.): <i>Setoxidim</i> Composição química: (RS)-(EZ)-2-(1-ethoxyiminobutyl)-5-[2-(ethylthio)propyl]-3-hydroxyclohex-2-enone Grupo Químico: Oxima ciclohexanodiona Equivalente ácido do ativo: 184 g L⁻¹ Formulação: Concentrado dispersível Tipo de aplicação: Pós-emergente Finalidade de uso: Controle de gramíneas anuais e perenes Ação: sistêmica, seletivo Classe Toxicológica: II - Altamente tóxico Periculosidade Ambiental: III - Perigoso ao meio ambiente</p>
Bentazona	<p>Ingrediente ativo (i. a.): <i>Bentazona</i> Composição química: 3-isopropyl-1 H-2, 1, 3-benzothiadiazin-4(3H)-one-2,2-dioxide Grupo Químico: Benzotiadiazinona Equivalente ácido do ativo: 600 g L⁻¹ Formulação: Concentrado solúvel Tipo de aplicação: Pós-emergente Finalidade de uso: Controle de dicotiledôneas Ação: sistêmica, seletivo Classe Toxicológica: I - Extremamente tóxico Periculosidade Ambiental: III - Perigoso ao meio ambiente</p>
Óleo mineral	<p>Ingrediente ativo (i. a.): Óleo mineral Composição química: hidrocarbonetos parafínicos, ciclo parafínicos e aromáticos saturados e insaturados provenientes da destilação do petróleo. Grupo Químico: Hidrocarbonetos alifáticos Equivalente ácido do ativo: 756 g L⁻¹ Formulação: Concentrado emulsionável Finalidade de uso: Adjuvante Classe Toxicológica: IV - Pouco tóxico Periculosidade Ambiental: IV - Pouco perigoso ao meio ambiente</p>

(*) Dados fornecidos pelo fabricante para o adjuvante e cada um dos herbicidas utilizados.