



**INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ESPÉCIES DE
FORMIGAS CORTADEIRAS (HYMENOPTERA:
FORMICIDAE) EM EUCALIPTAIS
CULTIVADOS NO BIOMA PAMPA**

LAVRAS – MG

2013

ALEXANDRE ARNHOLD

**INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA DISTRIBUIÇÃO
ESPACIAL DE ESPÉCIES DE FORMIGAS CORTADEIRAS
(HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM EUCALIPTAIS CULTIVADOS
NO BIOMA PAMPA**

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

Orientador

Dr. Ronald Zanetti

LAVRAS - MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Arnhold, Alexandre.

Influência de variáveis ambientais na distribuição espacial de espécies de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais cultivados no Bioma Pampa / Alexandre Arnhold. – Lavras : UFLA, 2013.

55 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Ronald Zanetti Bonetti Filho.

Bibliografia.

1. *Atta*. 2. *Acromyrmex*. 3. Eucalipto. 4. Abundância. 5. Fatores ambientais. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 595.796

ALEXANDRE ARNHOLD

**INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA DISTRIBUIÇÃO
ESPACIAL DE ESPÉCIES DE FORMIGAS CORTADEIRAS
(HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM EUCALIPTAIS CULTIVADOS
NO BIOMA PAMPA**

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

APROVADA em 01 de abril de 2013.

Alexandre dos Santos IFMT/MT

Geraldo Andrade Carvalho UFLA

Dr. Ronald Zanetti

Orientador

LAVRAS - MG

2013

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre dar forças nos momentos difíceis da vida.

Aos meus pais Armando e Marineusa por sempre acreditar e me incentivar nesta caminhada.

À minha amada esposa Mara e minha amada filha Isabela pela paciência, carinho, incentivo e compreensão, principalmente durante as minhas coletas.

Aos professores Ronald Zanetti e Alexandre dos Santos pela amizade e valiosos ensinamentos transmitidos durante o mestrado.

À Universidade Federal de Lavras – UFLA e ao Departamento de Entomologia – DEN pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação em Entomologia.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela concessão da bolsa de mestrado.

À Stora Enso por disponibilizar as áreas para o trabalho e financiar as coletas.

À Ronara de Souza Ferreira e aos professores Geraldo Andrade e Martin Pareja pelas sugestões e críticas que engrandeceram este trabalho.

Aos colegas de laboratório Willian, Juliana, Elisângela, Stephanni, Juara e Vinícius e à funcionária do DEN/UFLA, Léia, pela amizade e agradáveis momentos que vivemos durante o mestrado.

À Dona Irene e Júlio Augusto (Julinho) por me acolher como um filho durante a fase final deste trabalho.

RESUMO

O eucalipto é a cultura de maior importância para o setor florestal brasileiro, porém apresenta problemas com o ataque de pragas, principalmente as formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, consideradas pragas-chave desta cultura. Estes insetos ocorrem em todos os estados brasileiros, entretanto, não se sabe ao certo quais e quantas espécies dessas formigas são associadas à cultura do eucalipto, nem como os fatores ambientais influenciam ocorrência ou a distribuição dessas espécies em determinadas regiões. Este trabalho teve o objetivo de verificar padrões de distribuição, densidade e frequência de espécies de formigas cortadeiras e avaliar a influência das variáveis ambientais (cobertura de dossel, teor de argila do solo e altitude) na densidade populacional de formigas cortadeiras, em plantações de eucalipto no Bioma Pampa. Para isso foram realizados levantamentos em plantios de eucalipto, a fim de se obter a localização geográfica dos ninhos de formigas e identificação das espécies, além da coleta das variáveis ambientais citadas. Foram identificadas sete espécies de formigas cortadeiras associadas à cultura eucalipto, sendo *Atta sexdens* a mais frequente e abundante. A distribuição espacial predominante foi agregada, mas variou de acordo com a espécie de formiga e o teor de argila do solo. As variáveis, teor de argila do solo, cobertura de dossel e altitude influenciam de forma aditiva a densidade populacional das espécies amostradas. Teor de argila do solo influencia de forma negativa, enquanto cobertura de dossel e altitude, de forma positiva.

Palavras-chave: *Atta*. *Acromyrmex*. Eucalipto. Abundância.

ABSTRACT

Eucalyptus is the most important crop for the forest sector in Brasil, but has problems with pest attack, especially leaf-cutting ants of the genera *Atta* and *Acromyrmex*, considered key pests of this crop. These insects occur in all Brazilian states, however, not clear which and how many species of these ants are associated with the eucalyptus cultivation, or how environmental factors influence or limit the occurrence or distribution of these species in certain regions. This study aimed to examine patterns of distribution, density and frequency of leaf-cutting ant species and evaluate the influence of environmental variables (canopy cover, soil clay content and altitude) on the population density of these ants in eucalyptus plantations at Pampa biome. Then, this study was carried out in eucalyptus plantations in order to obtain the geographic location of the nests of ants and species identification, and collection of environmental variables mentioned. We identified seven species of leaf-cutting ants associated with eucalyptus crop. *Atta sexdens* was the most frequent and abundant. The predominant spatial distribution was aggregated, but it varied with ant species and the clay content of the soil. Clay content of the soil influences negatively the population density of the species, while canopy cover and altitude, positively.

Keywords: *Atta*. *Acromyrmex*. *Eucalyptus*. Abundance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Regiões administrativas do Rio Grande do Sul onde as coletas de formigas cortadeiras foram realizadas. Modificado de Loeck et al. (2003).....	22
Gráfico 1	Densidade populacional das espécies encontradas no Bioma Pampa.....	28
Gráfico 2	Frequência das espécies encontradas no Bioma Pampa.....	28
Gráfico 3	Densidade populacional de <i>Atta sexdens</i> em função do teor de argila do solo.....	30
Gráfico 4	Densidade populacional de <i>Atta sexdens</i> em função da cobertura de dossel.....	31
Gráfico 5	Densidade populacional de <i>Atta sexdens</i> em função da altitude.	31
Gráfico 6	Densidade populacional de <i>Acromyrmex</i> spp. em função do teor de argila do solo.....	32
Gráfico 7	Densidade populacional de <i>Acromyrmex</i> spp. em função da cobertura de dossel.....	32
Gráfico 8	Densidade populacional de <i>Acromyrmex</i> spp. em função da altitude.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Distribuição geográfica dos gêneros <i>Atta</i> e <i>Acromyrmex</i> nos principais biomas produtores de eucalipto no Brasil (C = Cerrado, P = Pampa, M = Mata Atlântica, A = Amazônia).....	14
Tabela 2	Locais de coleta das formigas cortadeiras no Bioma Pampa.....	22
Tabela 3	Frequência absoluta e média das espécies nas fazendas amostradas.....	26
Tabela 4	Densidade absoluta e média das espécies nas fazendas amostradas.....	27
Tabela 5	Distribuição espacial de espécies de formigas cortadeiras por teor de argila, utilizando o Índice de Morisita (I_d) e a Razão variância/média (I).....	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1	Importância das formigas cortadeiras	13
3.2	Espécies de formigas cortadeiras no Brasil	14
3.3	Espécies de formigas cortadeiras no Rio Grande do Sul	16
3.4	Influência de fatores ambientais sobre as formigas cortadeiras	16
3.4.1	Latitude e altitude	17
3.4.2	Temperatura	18
3.4.3	Precipitação e umidade	18
3.4.4	Solo	19
3.4.5	Cobertura de dossel	20
4	MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1	Coleta de formigas cortadeiras	21
4.2	Análise de dados	23
5	RESULTADOS	25
5.1	Densidade e frequência	25
5.2	Influência das variáveis ambientais	29
5.3	Distribuição espacial	33
6	DISCUSSÃO	36
6.1	Densidade e frequência	36
6.2	Influência das variáveis ambientais	38
6.3	Distribuição espacial	40
7	CONCLUSÕES	42
	REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

O setor florestal vem se destacando cada vez mais no Brasil, principalmente devido ao plantio de espécies do gênero *Eucalyptus*. Atualmente a área total plantada com *Pinus* e *Eucalyptus* no Brasil chega a 6.515.844 ha, sendo que 74,8% são representados por espécies do gênero *Eucalyptus*, compreendendo uma área de 4.873.952 ha (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTAS PLANTADAS -ABRAF, 2012). As maiores áreas com plantio de *Eucalyptus* encontram-se nos estados de Minas Gerais e São Paulo, sendo a região sudeste responsável por 54,2% de toda a área plantada com este gênero no Brasil.

No estado do Rio Grande do Sul, onde se encontra o Bioma Pampa, verificou-se um aumento de 64% da área plantada com *Eucalyptus* entre os anos de 2005 e 2011, indo de 179.690 ha para 280.198 ha, o que representa 5,7% de toda área plantada com esta essência florestal no Brasil (ABRAF, 2012).

O cultivo do eucalipto está suscetível ao ataque de pragas, principalmente formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, consideradas as principais pragas dessa cultura no Brasil (Zanetti et al., 2003). Para minimizar os danos provocados por estes insetos, silvicultores adotam programas de manejo integrado de formigas cortadeiras, o que torna necessário o conhecimento das espécies-praga, da sua distribuição espacial e sua relação com fatores ambientais.

Alguns estudos foram realizados para verificar padrões de distribuição de formigas cortadeiras em plantios de eucalipto em áreas de cerrado (CALDEIRA et al., 2005), Mata Atlântica (RAMOS et al., 2008) e em plantios de *Pinus* no Rio Grande dos Sul (NICKELE et al., 2010) e Argentina (CANTARELI et al., 2006). Porém, ainda não existem estudos da distribuição espacial destes insetos em plantios de eucalipto no Bioma Pampa, nem trabalhos

que investiguem a influência de variáveis ambientais na densidade populacional e frequência de formigas cortadeiras nesta região. Portanto, o objetivo geral deste estudo foi avaliar os padrões de distribuição espacial de espécies de formigas cortadeiras em eucaliptais do Bioma Pampa.

2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Este trabalho teve como objetivos específicos:

- 1) identificar as espécies de formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* presentes em eucaliptais do Bioma Pampa;
- 2) verificar os padrões de distribuição espacial, densidade e frequência dessas espécies nesse bioma;
- 3) avaliar a influência das variáveis ambientais cobertura de dossel, teor de argila do solo e altitude sobre a densidade populacional de espécies de formigas cortadeiras, em plantações de eucalipto no Bioma Pampa.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Importância das formigas cortadeiras

As formigas são consideradas os organismos mais abundantes da região Neotropical (DELLA LUCIA, 2003), podendo ocupar 1/3 da biomassa animal total de toda a terra firme na região Amazônica (HOLLDOBLER; WILSON, 1990). A tribo Attini, que compreende as formigas cultivadoras de fungo e onde estão inseridas as formigas cortadeiras, é composta por 15 gêneros e 247 espécies (BOLTON, 2012) que ocorrem exclusivamente nas Américas (MAYHÉ-NUNES; JAFFÉ, 1998; MEHDIABADI; SCHULTZ, 2009).

As espécies dos gêneros *Atta* Fabricius, 1804 (saúvas) e *Acromyrmex* Mayr, 1865 (quenquéns), as mais derivadas da tribo Attini, praticam o que Schultz e Brady (2008) e Mehdiabadi e Schultz (2009) qualificam de agricultura de corte de folhas e compreendem as formigas cortadeiras (DELLA LUCIA, 2003) que são assim chamadas pelo fato de cortarem folhas e outros fragmentos vegetais para cultivar um fungo do qual se alimentam (GONÇALVES, 1945). Podem ser encontradas entre 32° N e 33° S de latitude (*Atta*) e entre 34° N e 41° S de latitude (*Acromyrmex*) (DELABIE et al., 2011), em diversos tipos de vegetação como florestas tropicais, subtropicais, equatoriais úmidas e secas, cerrados, desertos, caatingas, restingas e pampas (MEHDIABADI; SCHULTZ, 2009).

As formigas cortadeiras são as principais pragas de cultivos florestais no Brasil (ANJOS et al., 1993), principalmente de florestas de *Pinus* spp e *Eucalyptus* spp (BOARETTO; FORTI, 1997). Quanto maior o número de desfolhas provocadas por formigas cortadeiras em uma árvore, maior será a perda (MATRANGOLO et al., 2010), podendo chegar a 0,13m³ de madeira por hectare para cada m² de terra solta de saúveiro (SOUZA; ZANETTI; CALEGARIO, 2011). Em áreas de plantio ou plantios com até um ano de idade,

onde não é feito o combate de formigas, as perdas podem chegar a 100% (ZANETTI; ZANUNCIO, 2004).

3.2 Espécies de formigas cortadeiras no Brasil

Os gêneros *Atta* e *Acromyrmex* possuem ampla distribuição geográfica no Brasil (GONÇALVES, 1945; DELLA LUCIA et al., 1993; RANDO, 2002; RANDO; FORTI, 2005). *Atta sexdens* (Linnaeus, 1758) (saúva-limão) é a espécie com maior frequência de ocorrência no Brasil, seguida de *Atta laevigata* (Smith, F. 1858) (saúva-cabeça-de-vidro), *Acromyrmex rugosus* (Smith, F. 1858), *Acromyrmex niger* (Smith, 1858) *Acromyrmex crassispinus* Forel, 1939, *Acromyrmex balzani* Emery, 1890, *Acromyrmex landolti* Forel, 1885 entre outras, sendo estas, as espécies de maior importância do ponto de vista econômico para as florestas cultivadas (BOARETO; FORTI, 1987; RANDO; FORTI, 2005).

De acordo com a nova classificação proposta por Bolton (2012), ocorrem 9 espécies do gênero *Atta* e 18 espécies e 7 subespécies do gênero *Acromyrmex* no Brasil (Tabela 1).

Tabela 1 Distribuição geográfica dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* nos principais biomas produtores de eucalipto no Brasil (C = Cerrado, P = Pampa, M = Mata Atlântica, A = Amazônia).

Espécie	Biomas				Fonte
	C	P	M	A	
<i>Atta cephalotes</i> (L., 1758)			X	X	4, 7, 17, 20
<i>Atta laevigata</i> (Smith, F. 1858)	X		X	X	2, 6, 7, 17, 20
<i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939			X		3, 7, 17
<i>Atta robusta</i> Borgmeier, 1939			X		7, 17, 22
<i>Atta sexdens</i> (L., 1758)	X	X	X	X	7, 9, 14, 17, 19, 20
<i>Atta vollenweideri</i> , Forel, 1939		X			7, 20
<i>Atta capiguara</i> Gonçalves, 1944	X		X		7

<i>Atta bisphaerica</i> Forel, 1908	X		X		7, 20
<i>Atta goiana</i> Gonçalves, 1942	X				7
<i>Acromyrmex ambiguus</i> Emery, 1887		X	X		8, 9, 13,
<i>Acromyrmex aspersus</i> (F. Smith, 1858)			X		8, 21
<i>Acromyrmex coronatus</i> (Fabricius, 1804)	X		X		8, 9, 12, 21
<i>Acromyrmex crassispinus</i> Forel, 1909	X	X	X		8, 9, 13, 14
<i>Acromyrmex diasi</i> Gonçalves, 1983	X		X		8, 21
<i>Acromyrmex disciger</i> Mayr, 1887			X		8, 15, 21
<i>Acromyrmex heyeri</i> Forel, 1899		X	X		8, 9, 13, 14
<i>Acromyrmex hispidus fallax</i> Santschi, 1925			X		8, 15
<i>Acromyrmex hispidus formosus</i> Santschi, 1925			X		8
<i>Acromyrmex hystrix</i> (Latreille, 1802)	X		X		8, 5
<i>Acromyrmex balzani</i> Emery, 1890	X	X	X		8, 9, 11, 16, 21
<i>Acromyrmex fracticornis</i> Forel, 1909	X		X		8, 15
<i>Acromyrmex landolti</i> Forel, 1885	X		X		8,
<i>Acromyrmex laticeps</i> Emery, 1905	X	X	X		8, 8, 10, 14
<i>Acromyrmex nigrosetosus</i> Forel, 1908	X		X		2, 8, 21
<i>Acromyrmex lobicornis</i> Emery, 1887		X	X		8, 9, 13, 14
<i>Acromyrmex carli</i> Santschi, 1925				X	8
<i>Acromyrmex lundi lundi</i> (Guérin, 1838)		X	X		8, 9, 13, 14
<i>Acromyrmex pubescens</i> Emery, 1905	X				8, 21
<i>Acromyrmex multcinodus</i> (Forel, 1901)			X		8
<i>Acromyrmex niger</i> (F. Smith, 1858)			X		8, 15, 18, 21
<i>Acromyrmex nobilis</i> Santschi, 1939				X	8
<i>Acromyrmex octospinosus</i> (Reich, 1793)				X	8
<i>Acromyrmex rugosus rochai</i> Forel, 1904	X		X		8
<i>Acromyrmex rugosus</i> (F. Smith, 1858)	X		X		3, 8, 15, 21
<i>Acromyrmex striatus</i> (Roger, 1863)		X	X		8, 9, 13, 14, 15
<i>Acromyrmex subterraneus bruneus</i> Forel, 1911	X		X		8, 21

“ Tabela 1, conclusão”					
<i>Acromyrmex subterraneus molestans</i> Santschi, 1925			X		1, 8
<i>Acromyrmex subterraneus</i> <i>subterraneus</i> Forel, 1893	X		X		8, 21

Fonte: 1-Andrade e Forti (1999); 2-Araújo et al. (1997); 3-Araújo et al. (2009); 4-Correa et al. (2005); 5-Dattilo (2010); 6-Delabie et al. (1997); 7-Della Lucia et al. (1993); 8-Gonçalves (1961); 9-Grurzmacher et al. (2002); 10-Gusmão e Loeck (1999); 11-Juruena e Cachapuz (1980); 12-Kempf (1972); 13-Kruger et al. (2010); 14-Loeck; GRÜTZMACHER; STORCH (2001); 15-Lopes e Fowler (2000); 16-Mayhé-Nunes (1991); 17-Mariconi, (1979); 18-Mayhé-Nunes e Diehl-Fleig (1994); 19-Oliveira (1996); 20-Rando (2002); 21-Rando e Forti (2005); 22- Teixeira; Schoederer; Mayhé-Nunes (2003).

3.3 Espécies de formigas cortadeiras no Rio Grande do Sul

No Rio Grande do Sul ocorrem apenas duas espécies do gênero *Atta*, *A. sexdens* e *A. vollenweideri* (DELLA LUCIA et al., 1993; RANDO, 2002). A primeira espécie possui ampla distribuição e ocorre em praticamente todo o estado, sendo considerada de ocorrência rara e acidental na região sul do estado (LOECK; GRÜTZMACHER; STORCH, 2001); a segunda espécie ocorre apenas no município de Uruguaiana (JURUENA; CACHAPUZ, 1980).

O gênero *Acromyrmex* possui diversas espécies que ocorrem no Rio Grande do Sul, com ampla distribuição geográfica (LOECK et al., 2003). As espécies deste gênero com maior ocorrência no estado são: *A. heyeri*, *A. balzani*, *A. striatus*, *A. lobicornis*, *A. hispidus fallax*, *A. crassispinus*, *A. ambiguus*, *A. laticeps* e *A. aspersus* (GRUTZMACHER; LOECK, 2005).

3.4 Influência de fatores ambientais sobre as formigas cortadeiras

Diversos estudos indicam que fatores ambientais exercem grande influência na distribuição de formigas, destacando-se a latitude, altitude, temperatura, umidade, tipo de solo, precipitação e cobertura de dossel.

3.4.1 Latitude e altitude

Ao longo de um gradiente latitudinal podem ser observadas oscilações na riqueza de formigas, sendo que o número de espécies aumenta conforme decresce a latitude (KUSNEZOV, 1957; DELABIE et al., 2011). Para formigas da tribo Attini, mais especificamente dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, existe um limite de ocorrência em relação à latitude entre 34° N e 41° S (DELABIE et al., 2011). Estes mesmos autores também observaram picos de ocorrência para as espécies destes dois gêneros, sendo um para *Atta* entre 20° N e 25° S e dois para *Acromyrmex*, um entre 5° N e 5° S e outro entre 20° e 30° S.

Diferenças na riqueza e abundância de formigas também são observadas em relação à altitude. Chaladze (2012) encontrou uma correlação não linear entre riqueza de espécies de formigas e altitude, sendo a maior riqueza registrada entre 500 e 1500 metros. Para Sabu; Vineesh; Vinod, (2008) o pico de riqueza e abundância foi registrado entre 300 e 1000 metros. Entretanto, Bruhl et al. (1999) verificaram que o número de espécies de formigas de serapilheira diminuiu exponencialmente com a elevação, sem apresentar um pico de riqueza e abundância de espécies em elevações medianas e Fisher et al. (1999) demonstraram que a riqueza de espécies de formigas decresce linearmente com a altitude. Pereira (1998) encontrou maior diversidade de formigas cortadeiras em áreas mais baixas, entretanto algumas espécies ocorriam exclusivamente em altitudes maiores (995 e 1230 metros) e outras em altitudes menores (200 e 500 metros).

Latitude e altitude não são os fatores determinantes da ocorrência de organismos em um local, mas sim as variáveis ambientais correlacionadas a elas, bem como a presença de condições físicas favoráveis e abundância de recursos (SABU; VINEESH; VINOD, 2008; GASTON, 2000). Entre estas variáveis

podem-se citar principalmente a temperatura, umidade, precipitação, características de solo e cobertura do dossel.

3.4.2 Temperatura

A temperatura é um fator com influência sobre abundância (SABU; VINEESH; VINOD, 2008) e riqueza de formigas (CHALADZE, 2012). Além disso, pode ser limitante para a sobrevivência e crescimento do fungo simbiote das Attini, que afeta diretamente a sobrevivência da colônia. A faixa ótima para o crescimento do fungo é entre 20° e 25° C (BOLAZZI; ROCES, 2002). À 30° C a temperatura é letal para o fungo, mas entre 5° e 8° C não é capaz de matá-lo, apenas de paralisar sua atividade (POWEL; STRADLING, 1986). Quando percebem que a temperatura não é ideal para o desenvolvimento do fungo, as formigas são capazes de transportar partes do fungo e formas jovens para locais mais apropriados (BOLAZZI; ROCES, 2002). A temperatura também pode influenciar diretamente no comportamento de escavação e profundidade dos ninhos, de modo que quanto mais quente for o solo mais profundos serão os ninhos ou mais espécies com ninhos subterrâneos serão encontradas (BOLAZZI et al., 2008).

3.4.3 Precipitação e umidade

Existe uma relação entre precipitação, umidade e temperatura, demonstrada por Chaladze (2012), sendo que, com os mesmos valores de temperatura, a riqueza de espécies é maior se a precipitação é baixa, mas com o mesmo nível de precipitação a riqueza aumenta com a temperatura até determinado nível quando, então, a riqueza começa diminuir. Isso pode ser reflexo da dependência que a riqueza tem da evaporação: se a temperatura é alta aumenta a evaporação e a umidade do solo diminui. Roces e Kleineidam (2000)

observaram que operárias de *Atta* removiam o fungo de câmaras quando estas se encontravam com umidade abaixo de 90%, sugerindo que estes insetos têm alta capacidade de reconhecer mudanças na umidade. Como resposta a estas condições em campo, as formigas tendem a fazer ninhos mais profundos em solos mais secos (WEBER, 1957 citado por ROCES E KLEINEIDAM, 2000, p. 349).

3.4.4 Solo

Com relação ao solo, suas características podem ter grande influência no estabelecimento de formigueiros. Fatores como baixa fertilidade de solo, baixa população microbiana e baixo pH podem favorecer desenvolvimento de colônias (POWELL; STRADLING, 1986; BENTO et al., 1991; GILS; GAIGL; GÓMEZ, 2010). O fungo simbionte é bastante sensível a variações de pH (POWELL; STRADLING, 1986) tendo sua melhor taxa de crescimento com pH entre 4 e 5 (LOECK et al., 2004). Os microrganismos do solo podem afetar tanto as formigas quanto seu fungo simbionte (AUGUSTIN et al., 2011), onde solos com maior atividade biológica são desfavoráveis para o estabelecimento de saúveiros iniciais (Araújo et al., 2003). Camadas mais superficiais do solo são mais ricas em nutrientes e comportam maiores populações de microrganismos, o que os torna desfavoráveis ao desenvolvimento de saúveiros (BENTO et al., 1991). Além disso, as formigas cortadeiras possuem a capacidade de reconhecer diferenças entre tipos de solos como demonstrado por Diehl-Fleig e Rocha (1998) onde, entre solos argilosos, arenosos e férteis, fêmeas de *A. striatus* preferiram os dois primeiros. Ainda com relação ao solo, os de textura arenosa têm maior percolação da água resultando em transporte excessivo de nutrientes para perfis mais profundos, tornando-os mais ácidos, o que favorece o estabelecimento de basidiomicetos (BRANDÃO, 1992) Por outro lado, textura

arenosa proporciona melhor aeração do solo, o que também favorece o desenvolvimento de fungos. Desta forma, espécies de formigas cortadeiras que possuem ninhos mais profundos, como no caso do gênero *Atta*, podem ser favorecidas.

3.4.5 Cobertura de dossel

A cobertura de dossel pode estar relacionada com a disponibilidade de plantas para o forrageamento, o que pode interferir na sobrevivência de um formigueiro (BASS, 1997) e também influenciar nas condições microclimáticas de solo (FETCHER et al., 1985). Ninhos de *A. cephalotes*, por exemplo, são mais frequentemente encontrados em clareiras ou bordas da vegetação (FARJIBRENER; ILLES, 2000; WIRTH et al., 2007; MEYER et al., 2011), mas a abundância de ninhos de *A. sexdens* é maior em áreas com maior cobertura de dossel (GILS; GAIGL; GÓMEZ, 2010; GILS, 2012), assim como *Atta robusta* (SCHOEREDER; TEIXEIRA, 2003). Gils e Vanderwoude (2012) compararam a sobrevivência de saúveiros de *Atta sexdens* entre uma área recém-desmatada com uma área de floresta inalterada, e concluíram que a mortalidade foi maior onde houve o desmatamento e também observaram a migração de colônias para área de floresta.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Coleta de formigas cortadeiras

As coletas foram realizadas durante o mês de fevereiro e março de 2012, nas regiões de Campanha e Depressão Central do Bioma Pampa, no estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). Foram selecionadas nove fazendas com plantio de *Eucalyptus* spp. entre 3 e 7 anos de idade, nos municípios de Alegrete, Cacequi, Itaqui, Manoel Viana, Rosário do Sul, São Francisco de Assis, Unistalda e São Borja (Tabela 2), pertencentes a empresa Stora Enso. Em Alegrete foram alocadas 13 parcelas e nos demais municípios 11, totalizando 101 pontos de coleta.

A coleta de formigas foi feita de forma dirigida, dentro de uma parcela de 40 x 40 metros, sempre alocada totalmente dentro do talhão, tendo um formigueiro como ponto central. A distância mínima entre as parcelas era de 500 metros. Dentro de cada parcela foram procurados todos os ninhos de formigas cortadeiras e coletados cinco indivíduos de cada ninho para identificação ao nível de espécie. Os indivíduos coletados foram acondicionados em pequenos frascos devidamente etiquetados, contendo álcool 70% e encaminhados para o Laboratório de Entomologia Florestal do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras, para triagem e identificação. As formigas foram identificadas com base em Mayhé-Nunes (1991), Della Lucia et al. (1993) e Grutzmacher e Loeck (2005).



Figura 1 Regiões administrativas do Rio Grande do Sul onde as coletas de formigas cortadeiras foram realizadas. Modificado de Loeck et al. (2003).

Tabela 2 Locais de coleta das formigas cortadeiras no Bioma Pampa.

Região	Município	Fazenda	N. Amostras
Campanha	Alegrete	Cabanha da Prata	13
Campanha	Manoel Viana	Alcina	11
Campanha	Rosário do Sul	Estância Tarumã	11
Depressão Central	Cacequi	Medianeira	11
Depressão Central	Itaqui	Cerro	11
Depressão Central	São Francisco de Assis	Taquari	11
Depressão Central	São Borja	Puitã	11
Depressão Central	São Borja	São Luís das Éguas Morochins	11
Depressão Central	Unistalda	Angico	11

Para cada formigueiro amostrado foi registrada sua coordenada geográfica e altitude com um aparelho GPS (Global Position System). Também foi obtida uma fotografia do dossel sobre cada ninho com utilização de uma lente hemisférica acoplada a câmera fotográfica. As imagens foram transformadas em porcentagem de cobertura de dossel através do programa Gap Ligth Analyzer, versão 2.0. O teor de argila do solo foi obtido dos registros de análise de solo feitos em cada talhão de cada fazenda pelos proprietários.

3.2 Análise de dados

Foram calculados os padrões de distribuição, de densidade e de frequência de cada espécie por fazenda. Os padrões de distribuição foram calculados pelo índice de Morisita e Razão variância/média, cujas fórmulas são:

Índice de Morisita: $I\delta = N[\sum X^2 - \sum X] / [(\sum X)^2 - \sum X]$ em que: N = número total de amostras; X = número de insetos na amostra. Caso $I\delta = 1$, distribuição ao acaso; $I\delta > 1$, distribuição agregada; $I\delta < 1$, distribuição regular. O afastamento da aleatoriedade de $I\delta$ foi testado através da expressão: $\chi^2 = I\delta (\sum x - 1) + n - \sum x$, onde: $I\delta$ = valor do índice de dispersão de Morisita; n = número total de unidades amostrais; $\sum x$ = somatório do número de formigueiros nas amostras. O teste de afastamento da aleatoriedade consiste em rejeitar a aleatoriedade se: $\chi^2 > \chi^2(N-1gl), \alpha$.

Razão variância/média; $I = S^2 / x^2$ em que: S^2 = variância amostral; x^2 = média amostral. Caso $I = 1$, distribuição ao acaso; $I < 1$, distribuição regular; $I > 1$, distribuição agregada.

O afastamento da aleatoriedade de I foi testado através da expressão: $\chi^2 = I * (n - 1)$, onde: I = valor do índice de dispersão I ; n = número total de unidades amostrais. O teste de afastamento da aleatoriedade consiste em rejeitar a aleatoriedade se: $\chi^2 > \chi^2(N-1gl), \alpha$.

Para cálculo da densidade foi utilizada a fórmula: $D_a = N_i/A$, em que: D_a = densidade absoluta, dada em ninhos/ha; N_i = número de ninhos na amostra; A = área amostrada (ha).

Para calcular a frequência foi utilizada a fórmula: $F_{ai} = U_i/U_t*100$ em que: F_{ai} = Frequência absoluta da i -ésima espécie; U_i = número de amostras onde se encontra a i -ésima espécie; U_t = número total de amostras.

Para testar o efeito das variáveis ambientais (cobertura de dossel (%), teor de argila do solo (%) e altitude (m)) sobre a densidade de formigas cortadeiras (n/ha) foram construídas regressões lineares múltiplas com o uso de modelos lineares generalizados (GLMs), usando-se a distribuição de erros de Poisson (CRAWLEY, 2005). A técnica utilizada para a escolha do modelo foi a stepwise, que ajusta um modelo nulo e vai se inserindo e retirando-se as variáveis que não forem significativas no modelo, sendo as variáveis significativas as que apresentarem menor valor pelo critério de Akaike (AIC) no modelo final (AKAIKE, 1983). As análises estatísticas foram realizadas com o programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2010) e com o uso do pacote MASS (VENABLES; RIPLEY, 2002).

4 RESULTADOS

Nas nove fazendas amostradas encontramos um total de 295 ninhos pertencentes a sete espécies de formigas cortadeiras. Para o gênero *Atta* apenas uma espécie, *A. sexdens*, foi encontrada, enquanto que para o gênero *Acromyrmex* foram seis espécies: *A. ambiguus*, *A. balzani*, *A. crassispinus*, *A. heyeri*, *A. lobicornis* e *A. striatus* (Tabela 3).

4.1 Densidade e frequência

A frequência média ($p > 0,05$; $F = 0,1710$) e a densidade populacional média ($p > 0,05$; $F = 0,1969$) não foram significativamente diferentes entre fazendas (Tabelas 3 e 4), para todas as espécies.

A fazenda Medianeira apresentou a maior riqueza de espécies (7), enquanto a menor riqueza foi registrada na fazenda Taquari, com apenas duas espécies.

Atta sexdens ocorreu em um maior número de fazendas, não sendo encontrada apenas na Estância Tarumã. A fazenda com maior frequência desta espécie foi Taquari, onde 90% das parcelas continham *Atta sexdens*. Entretanto, a maior densidade populacional foi encontrada na fazenda Puitã (18,2 ninhos/ha), seguida de São Luís das Éguas Morochins (17) e Taquari (16.5) (Gráfico 1).

Acromyrmex balzani foi a mais frequente nas fazendas Cerro e São Luís das Éguas Morochins, ocorrendo em todas as parcelas. Sua maior densidade populacional foi registrada na fazenda São Luís das Éguas Morochins (11,9 ninhos/ha), e não foi encontrada nas fazendas Estância Tarumã e Taquari.

Apesar de *Acromyrmex striatus* ocorrer em um menor número de fazendas do que *Acromyrmex ambiguus*, foi a terceira espécie mais frequente (Gráfico 2). Sua maior frequência foi registrada na fazenda Estância Tarumã

(72,7%), onde também apresentou a maior densidade populacional (10,2 ninhos/ha).

Acromyrmex ambiguus não foi encontrada nas fazendas Puitã, São Luís das Éguas Morochins e Alcina, mas foi a segunda espécie mais frequente nas fazendas Estância Tarumã (54,5%) e Cabanha da Prata (30,8%), com uma densidade populacional de 6,8 e 4,8 ninhos/há, respectivamente.

Mesmo sendo encontrada em seis das nove fazendas, *Acromyrmex lobicornis* apresentou uma baixa frequência (Gráfico 2) e baixa densidade populacional (Gráfico 1).

Acromyrmex crassispinus só foi encontrada em três fazendas e também apresentou uma baixa frequência (Gráfico 2) e baixa densidade populacional (Gráfico 1). Sua maior frequência foi observada na Medianeira, onde ocorreu em 45,5% das parcelas, com uma densidade populacional de 7,4 ninhos/ha.

Tabela 3 Frequência absoluta e média das espécies nas fazendas amostradas.

Fazenda	Frequência (%)							Média ± Erro Padrão
	<i>Atta sex dens</i>	<i>A. ambi guus</i>	<i>A. balza ni</i>	<i>A. crassis pinus</i>	<i>A. heye ri</i>	<i>A. lobi corni s</i>	<i>A. stria tus</i>	
Alcina	72.7	0	27.3	9.1	27.3	9.1	0	20.8±9.6c
Cbprata	69.2	30.8	23.1	0	0	0	15.4	19.8±9.5c
Tarumã	0	54.5	0	9.1	0	0	72.7	19.5±11.6c
Angico	72.7	9.1	72.7	0	0	9.1	0	23.4±12.8c
Cerro	18.2	18.2	100	0	0	18.2	45.5	28.6±13.2c
Medianeira	72.7	9.1	27.3	45.5	9.1	18.2	18.2	28.6±8.7c
Puitã	81.8	0	54.5	0	0	9.1	0	20.8±12.6c
Sleguas	81.8	0	100	0	9.1	9.1	0	28.6±16.3c
Taquari	90.9	9.1	0	0	0	0	0	14.3±12.8c
Média ± Erro Padrão	62.2±1 0.4a	14.5±6 b	45±12 .9ab	7.1±5b	5.1±3 .1b	8.1±2 .4b	16.9± 8.6b	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Tukey; p<0,01).

Tabela 4 Densidade absoluta e média das espécies nas fazendas amostradas.

Fazendas	Densidade (Ninhos/ha)							Média ± Erro Padrão
	<i>Atta sexdens</i>	<i>A. ambiguus</i>	<i>A. balzani</i>	<i>A. crassispinus</i>	<i>A. heyeri</i>	<i>A. lobicornis</i>	<i>A. striatus</i>	
Alcina	7.4	0	1.1	0.6	1.7	1.1	0	1.7±0.9c
Cbprata	6.7	4.8	1.4	0.0	0	0	1.0	2±1c
Tarumã	0	6.8	0	1.1	0	0	10.2	2.6±1.6c
Angico	9.1	1.1	4.0	0	0	0.6	0	2.1±1.3c
Cerro	3.4	1.1	6.3	0	0	1.7	4.0	2.4±0.9c
Medianeira	7.4	0.6	1.1	7.4	0.6	1.1	1.1	2.8±1.2c
Puitã	18.2	0	4.0	0	0	0.6	0	3.2±2.5c
Sleguas	17.0	0	11.9	0	0.6	0.6	0	4.3±2.7c
Taquari	16.5	1.1	0	0	0	0	0	2.5±2.3c
Média ± Erro Padrão	9.5±2.1a	1.7±0.8b	3.3±1.3b	1±0.8b	0.3±0.2b	0.6±0.2b	1.8±1.1b	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Tukey; p<0,01).

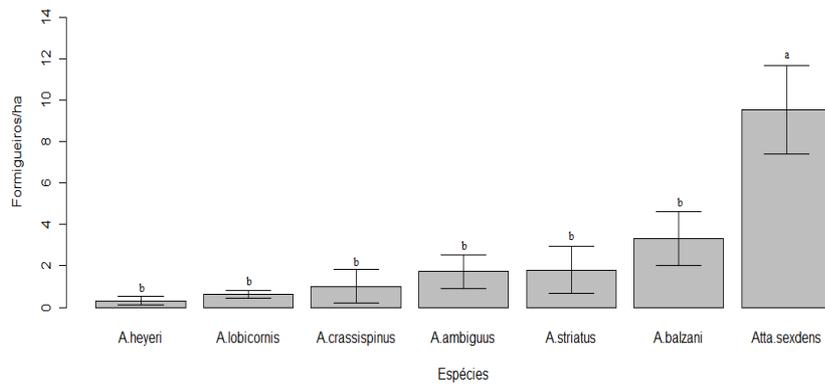


Gráfico 1 Densidade populacional das espécies encontradas no Bioma Pampa.

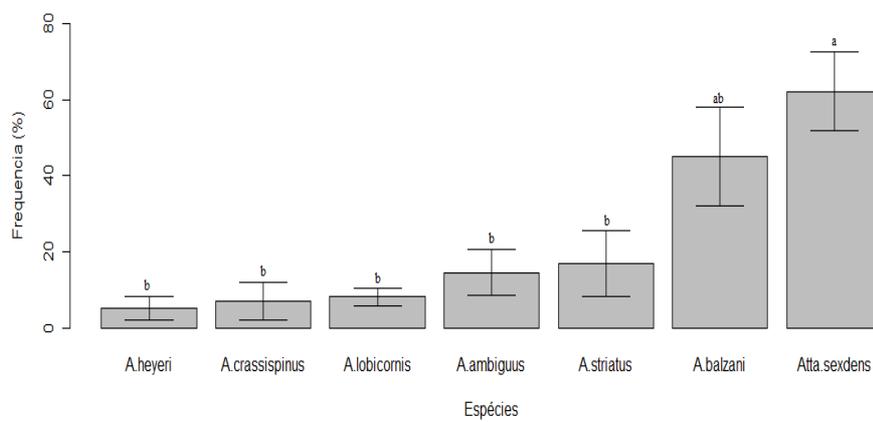


Gráfico 2 Frequência das espécies encontradas no Bioma Pampa.

A maior densidade populacional encontrada foi de *Atta sexdens* (9,5 ninhos/ha) (Gráfico 1), sendo significativamente diferente das demais espécies ($p < 0,001$; $F = 8,1072$). As outras espécies encontradas não apresentaram diferenças significativas entre elas. *Acromyrmex balzani* foi a segunda espécie mais abundante (3,3 ninhos/ha) e a menor abundância foi registrada para *Acromyrmex heyeri* (0,3 ninho/ha).

Atta sexdens e *Acromyrmex balzani* apresentaram as maiores frequências, 62,2% e 45% respectivamente (Gráfico 2), não sendo estes valores significativamente diferentes ($p > 0,005$; $F = 8,0198$). Contudo, houve diferença significativa entre a frequência destas duas espécies e as demais ($p < 0,001$; $F = 8,0198$).

4.2 Influência das variáveis ambientais

Verifica-se que as três variáveis ambientais (argila, dossel e altitude) exercem efeito aditivo sobre a densidade populacional *Atta sexdens* através do modelo: $N_{\text{formigueiros}} = e^{(1,07462 - 0,035765 * \text{argila} + 0,03428 * \text{dossel} + 0,00686 * \text{altitude})}$ ($p < 0,001$; $\chi^2 = 35,1056$; AIC = 64,4).

A densidade populacional de *Atta sexdens* decresce com o aumento de argila no solo, ou seja, solos arenosos são mais abundantes em formigas desta espécie (Gráfico 3). Entretanto, para cobertura de dossel e altitude, a densidade populacional responde de forma positiva (Gráficos 4 e 5).

As espécies do gênero *Acromyrmex* foram agrupadas em um único modelo que explica sua densidade populacional em função dos fatores ambientais: $N_{\text{formigueiros}} = e^{(-0,17784 - 0,02365 * \text{argila} + 0,04971 * \text{dossel} + 0,00521 * \text{altitude})}$ ($p < 0,001$; $\chi^2 = 22,2924$; AIC = 207,94).

A densidade populacional das espécies encontradas neste trabalho responde de forma negativa ao aumento de argila no solo (Gráfico 6).

Assim como encontrado para *Atta*, cobertura de dossel e altitude, influenciaram de forma positiva a densidade populacional de *Acromyrmex* spp (Gráficos 7 e 8).

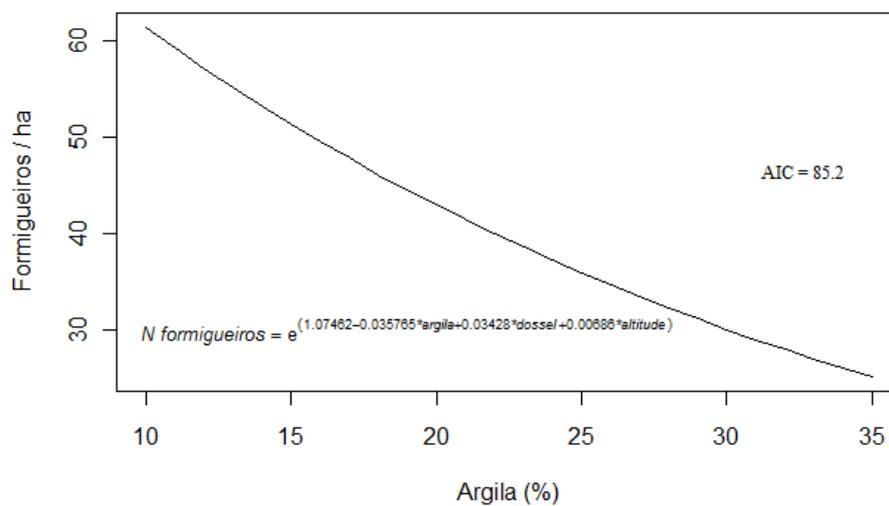


Gráfico 3 Densidade populacional de *Atta sexdens* em função do teor de argila do solo.

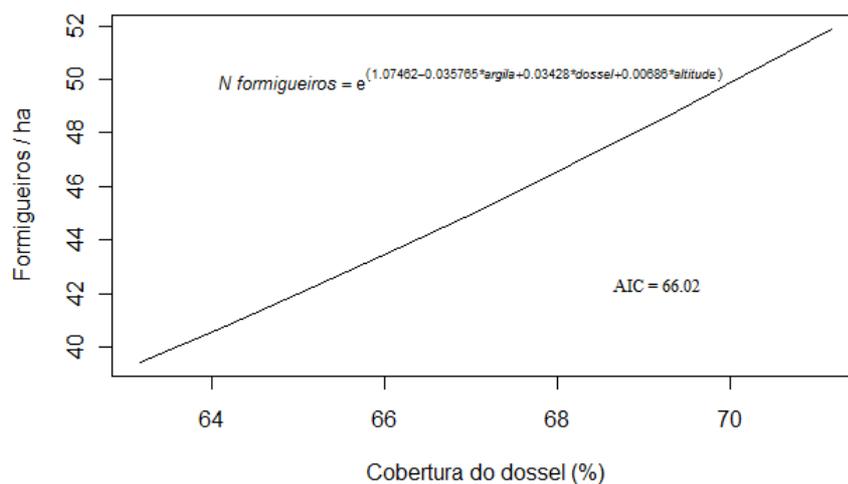


Gráfico 4 Densidade populacional de *Atta sexdens* em função da cobertura de dossel.

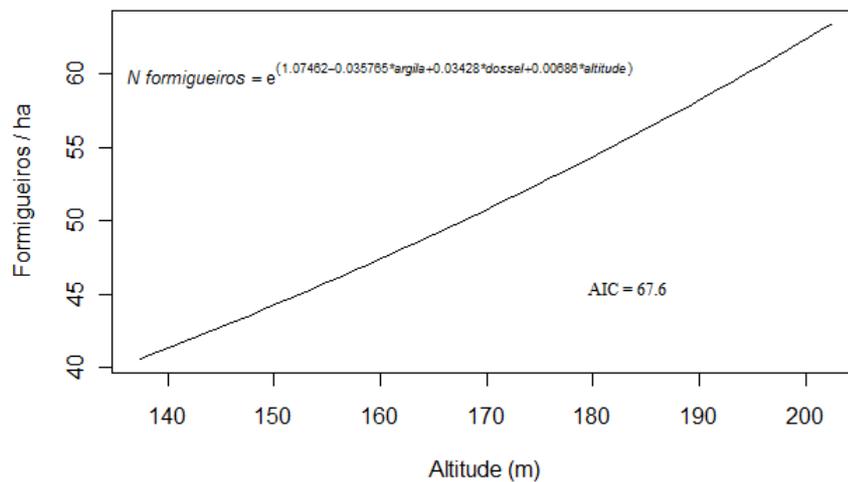


Gráfico 5 Densidade populacional de *Atta sexdens* em função da altitude.

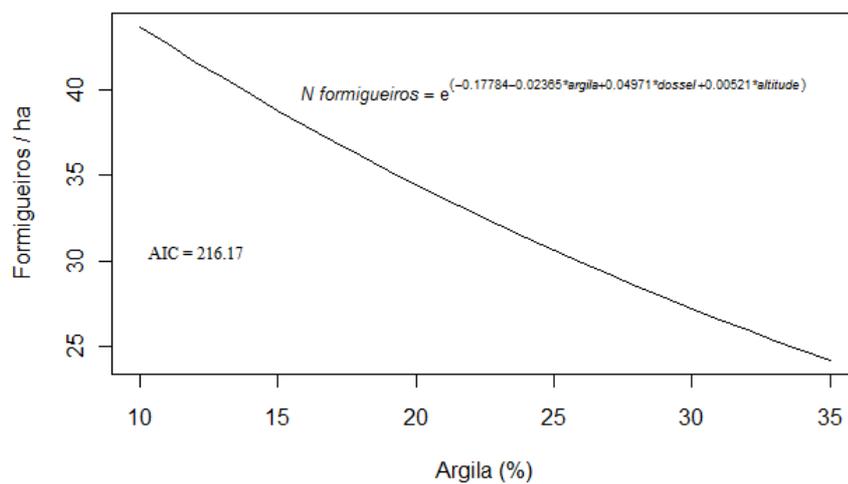


Gráfico 6 Densidade populacional de *Acromyrmex* spp. em função do teor de argila do solo.

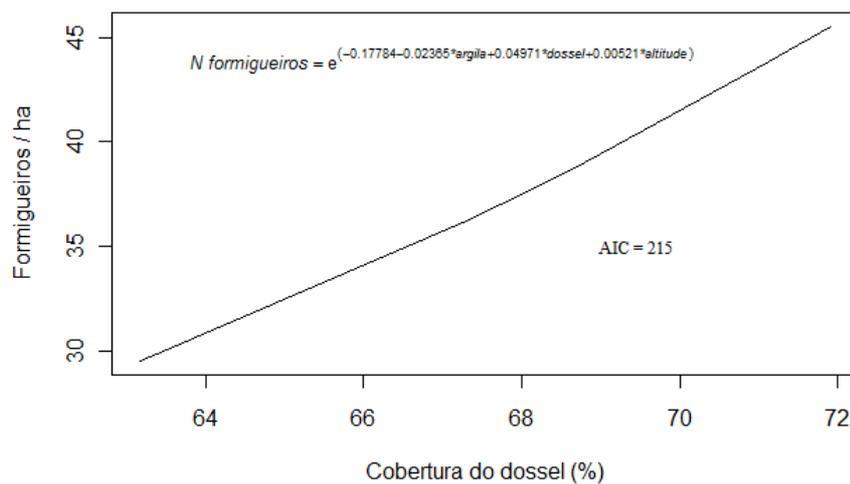


Gráfico 7 Densidade populacional de *Acromyrmex* spp. em função da cobertura de dossel.

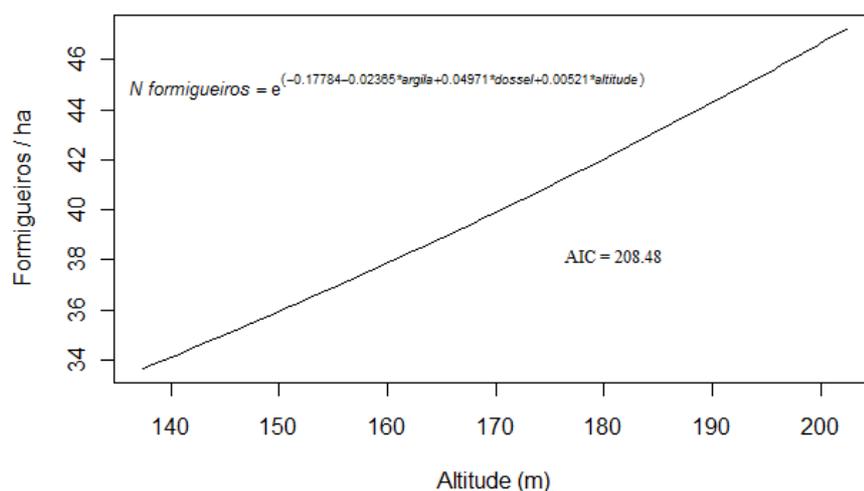


Gráfico 8 Densidade populacional de *Acromyrmex* spp. em função da altitude.

4.3 Distribuição espacial

Com exceção de *A. heyeri*, todas as outras espécies apresentaram distribuição agregada em solos com 10% de argila (Tabela 3).

Atta sexdens apresentou, a 30% de argila, distribuição agregada pelo índice de Morisita e regular pela variância/média e a 40% distribuição agregada pelos dois índices.

Acromyrmex balzani e *A. crassispinus* apresentaram distribuição agregada pelos dois índices em todos os teores de argila e *Acromyrmex ambiguus* teve distribuição agregada em solos com 10, 20 e 30% de argila, mas a 40% apresentou distribuição ao acaso pelo índice variância/média. Já *A. lobicornis* e *A. striatus* apresentaram distribuição agregada a 10, 20, e 40%, mas a 30% a distribuição foi ao acaso.

O índice de distribuição de Morisita não conseguiu calcular a distribuição de *A. lobicornis* e *A. striatus* a 30% e *A. ambiguus* a 40% por haver apenas 1 formigueiro nas amostras.

Tabela 5 Distribuição espacial de espécies de formigas cortadeiras por teor de argila, utilizando o Índice de Morisita ($I\delta$) e a Razão variância/média (I).

Espécie	Teor de argila do solo (%)															
	10				20				30				40			
	$I\delta$	Dis tribui ção	I	Distri buição	$I\delta$	Distri buição	I	Distri buição	$I\delta$	Distri buição	I	Distri buição	$I\delta$	Distri buição	I	Distribui ção
<i>A. sexdens</i>	2,8	agrega gada	2,4	agrega da	9,6	agregada	1,4	agregada	7,8	agrega da	0,9	regular	10,1	agrega da	1,1	agregada
<i>A. ambiguus</i>	8,7	agrega gada	2,4	agrega da	40,4	agregada	2,4	agregada	101	agrega da	2	agrega da	-	1	acaso	
<i>A. balzani</i>	12,8	agrega gada	4,3	agrega da	21,6	agregada	2,0	agregada	16,8	agrega da	1,3	agrega da	23,9	agrega da	2,7	agregada
<i>A. crassispinus</i>	16,8	agrega gada	1,5	agrega da	50,5	agregada	2,4	agregada	-	-	-	-	46,9	agrega da	3,9	agregada
<i>A. heyeri</i>	0	regu lar	1	acaso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>A. lobicornis</i>	6,7	agrega gada	1,3	agrega da	-	-	-	-	1	acaso	33,7	agrega da	1,5	agregada		
<i>A. striatus</i>	16,5	agrega gada	3,6	agrega da	16,8	agregada	1,3	agregada	-	1	acaso	20,2	agrega da	1,6	agregada	

5 DISCUSSÃO

Das sete espécies amostradas neste trabalho, com exceção de *Acromyrmex heyeri*, todas podem cortar dicotiledôneas (GONÇALVES, 1961; PACHECO; BERTI FILHO, 1987; MAYHÉ-NUNES, 1991; BOARETO; FORTI, 1997), ou seja, são potenciais pragas do eucalipto. Embora Gonçalves (1945) relate a preferência de *Atta sexdens* por dicotiledôneas, Grutzmacher et al. (2002) observaram que esta espécie forrageava mais frequentemente monocotiledôneas no Rio Grande do Sul. Além desta espécie de cortadeira, estes mesmos autores citam a preferência de *A. ambiguus* e *A. striatus* por monocotiledôneas. Em áreas de sub-bosque de eucalipto é comum a presença de gramíneas, o que pode explicar a ocorrência de espécies como *A. heyeri*.

5.1 Densidade e frequência

Neste estudo, *A. sexdens* foi a espécie que apresentou maior frequência média (62,2%) e densidade média (9,5ninhos/ha). Porém, em áreas de Cerrado, pode ser mais abundante, com 16,93 ninhos/ha (ZANETTI et al., 2000) ou 20,9 ninhos/ha (ARAÚJO et al., 1997) e, em plantios de eucalipto localizados na Mata Atlântica, a densidade pode chegar a 78,85 ninhos/ha (REIS et al., 2010). No Rio Grande do Sul pode apresentar frequência de 70,6% na região da Depressão Central, onde é considerada muito abundante (LOECK; GRÜTZMACHER; STORCH, 2001).

Atta sexdens é a principal espécie de formiga cortadeira em plantios de eucalipto e sabe-se que maiores densidades de formigueiros podem causar maiores danos aos plantios de eucalipto (ZANETTI et al., 2000).

Acromyrmex ambiguus não foi encontrada em São Borja (Puitã e Sleguas) e em Manoel Viana (Alcina). Entretanto, os registros desta espécie observados neste trabalho em Alegrete (Cbprata), Unistalda (Angico) e Itaqui

(Cerro), e por Grutzmacher et al. (2002) em Maçambará, sugerem sua ocorrência em Manoel Viana. Apesar de ser encontrada com frequência em áreas de pastagem nativa (GUSMÃO; LOECK, 1999), pode ser ainda mais frequente quando se trata de áreas de reflorestamento de eucalipto (KRUGER et al., 2010), o que é reflexo da maior disponibilidade de material para forrageamento, uma vez que esta espécie é cortadeira de dicotiledôneas (GONÇALVES, 1961).

Apesar de ser cortadeira de gramíneas (GONÇALVES, 1961), *Acromyrmex balzani* já foi observada cortando mudas de eucalipto (PACHECO; BERTI FILHO, 1987). É uma espécie considerada pouco frequente nas regiões de Campanha e Depressão Central do Rio Grande do Sul (LOECK et al., 2003), no entanto, neste trabalho foi a segunda espécie mais frequente e abundante. Este fato pode ser devido à maior disponibilidade e diversidade de material para forrageamento que plantios de eucalipto proporcionam em relação à pastagem, uma vez que, além de gramíneas que ocorrem no sub-bosque o eucalipto também pode servir de substrato para seu fungo.

Segundo Luederwaldt (1926 citado por Gonçalves, 1961, p. 140), *A crassispinus* é a formiga cortadeira mais comum no sul do Brasil, sendo encontrada em florestas e campos. Entretanto, neste trabalho, só teve sua presença registrada em três municípios: Manoel Viana e Rosário do Sul, na região de Campanha e Cacequi na região da Depressão Central, apresentando baixa frequência. Estes dados estão de acordo com o trabalho de Loeck et al. (2003) que encontrou baixa frequência de ocorrência desta espécie na região de Campanha. Este táxon é considerado bastante prejudicial onde ocorre (GONÇALVES, 1961) e pode ser bastante frequente em plantios de *Pinus taeda* (NICKELE et al., 2009).

Acromyrmex heyeri é considerada uma das espécies com ocorrência mais frequente no Rio Grande do Sul (GRUTZMACHER et al., 2002), porém neste trabalho foi a espécie que apresentou a menor frequência e abundância.

Este resultado reflete o comportamento desta espécie que habita preferencialmente áreas abertas (GONÇALVES, 1961) e forrageia monocotiledôneas (GRUTZMACHER et al., 2002). Além disso, Kruger et al. (2010) observaram, em área de campo aberto no Rio Grande do Sul, que antes do plantio de eucalipto *Acromyrmex heyeri* foi a espécie mais frequente (36,5%), mas dois anos após o plantio sua frequência era 11,6%.

5.2 Influência das variáveis ambientais

Maior densidade populacional de formigas cortadeiras foi registrada em áreas com menores teores de argila no solo, maior cobertura do dossel e em regiões mais elevadas.

Solos arenosos, ou com menores teores de argila, são mais pobres e possuem menor população microbiana, favorecendo o desenvolvimento de colônias (BENTO et al., 1991; POWELL; STRADLING, 1986). Solos de textura arenosa também apresentam maior percolação da água o que resulta em transporte excessivo de nutrientes para perfis mais profundos, tornando-os mais ácidos, favorecendo o estabelecimento de basidiomicetos (BRANDÃO, 1992).

As formigas possuem a capacidade de distinguir qual é o melhor solo para fundação de seu formigueiro (DIEHL-FLEIG; ROCHA, 1998), além disso, são capazes de modificar a estrutura de seus ninhos de modo a favorecer o desenvolvimento da colônia (BOLAZZI; ROCES, 2007). Entretanto, rainhas que fundarem ninhos em locais mais apropriados terão mais chances de sucesso no estabelecimento de um formigueiro, uma vez que estas são as fases mais críticas da vida destes insetos (ARAÚJO et al., 2011).

O aumento da altitude influencia de forma positiva a densidade populacional e riqueza de formigas (SABU; VINEESH; VINOD, 2008; CHALADZE, 2012). Ainda, de acordo com estes autores, existe um pico para

riqueza e abundância em altitudes medianas. Para formigas cortadeiras, Pereira (1998) também encontrou uma correlação positiva entre densidade e altitude, entretanto algumas espécies ocorriam exclusivamente em altitudes maiores (995 e 1230 metros) e outras em altitudes menores (200 e 500 metros). Embora tenha sido realizado em uma região com pouca variação de altitude, este estudo verificou que existe uma influência positiva da altitude sobre a densidade populacional de formigas cortadeiras.

Ao estudar o efeito da cobertura de dossel sobre *Atta sexdens* Gils (2012) encontrou uma correlação positiva entre frequência de formigueiros e cobertura de dossel, corroborando com nossos resultados. Da mesma forma, Schoereder e Teixeira (2003) verificaram que a cobertura de dossel influenciou o aumento da densidade de ninhos de *Atta robusta* por proporcionar melhores condições microclimáticas e maior disponibilidade de recursos.

Cobertura de dossel afeta diretamente a temperatura do solo, onde solos expostos possuem maiores temperaturas que aqueles cobertos pelas copas das árvores (BRESHEARS et al., 1998), influenciando suas condições microclimáticas (FETCHER et al., 1985). Aliado a isto, menores altitudes apresentam maiores temperaturas. Assim, estas duas variáveis têm influência sobre a temperatura do solo, e sabemos que a temperatura é um fator que influencia a abundância de formigas (SABU; VINEESH; VINOD, 2008), além de ser fator limitante para a sobrevivência e desenvolvimento do fungo simbionte das Attini (BOLAZZI; ROCES, 2002).

Estas três variáveis agiram de forma conjunta para regular a densidade populacional na região estudada, conforme demonstrado pelos modelos ajustados, corroborando Wilkie et al. (2010) e Chaladze (2012) os quais afirmam que a combinação de variáveis é mais importante do que os preditores individuais.

5.3 Distribuição espacial

Apesar de haver diferentes padrões de distribuição espacial, agregada foi predominante em praticamente todas as espécies e em todos os teores de argila. Segundo Herbers (1989), a distribuição agregada de ninhos de formigas em madeira é resultante da ocorrência de micro habitats que favorecem o desenvolvimento dos mesmos. Da mesma forma isso pode ocorrer para formigas cortadeiras, onde melhores condições ambientais favorecem uma agregação dos ninhos. Entretanto, trabalhos que relacionam condições ambientais com distribuição espacial de formigas cortadeiras são raros e muitas vezes divergentes, visto que tais variáveis podem influenciar os padrões de distribuição.

Zanuncio et al. (2002) observaram que 29,54% dos saueiros se encontravam nos 10 primeiros metros da borda de talhões de eucalipto, sugerindo uma distribuição agregada. Ramos et al. (2008) também observaram uma tendência de concentração dos ninhos de *Atta sexdens* mais próximos a borda dos talhões e a distribuição encontrada foi agregada. Contrariando estes autores, Sossai (2001) encontrou apenas 5,46% nas bordas de talhões, sugerindo uma distribuição ao acaso. Caldeira et al. (2005), Cantarelli et al. (2006) e Nickele et al. (2012) também encontraram uma distribuição ao acaso para *Atta* sp *Acromyrmex* spp e *Acromyrmex crassispinus*, respectivamente.

De acordo com Begon et al. (1996) a distribuição casual ocorre em condições ambientais semelhantes, o que geralmente ocorre em plantios clonais de eucalipto. Porém, não foi o caso deste trabalho, onde as áreas amostradas apresentavam diferentes teores de argila no solo e diferentes espécies de eucalipto.

Conhecer as espécies de formigas cortadeiras que ocorrem em um local, como elas estão distribuídas espacialmente e como o ambiente atua sobre elas é

de extrema importância para um eficiente manejo integrado, resultando em menores gastos e menor contaminação do ambiente. Além disso, é de suma importância saber quais espécies são potencialmente pragas e em que fase de desenvolvimento da planta estes insetos causam maiores danos.

6 CONCLUSÕES

Sete espécies de formigas cortadeiras estão presentes em eucaliptais nas regiões de Campanha e Depressão Central do Bioma Pampa, no Rio Grande do Sul, sendo elas: *Atta sexdens*, *Acromyrmex ambiguus*, *A. balzani*, *A. crassispinus*, *A. heyeri*, *A. lobicornis* e *A. striatus*.

A distribuição espacial varia de acordo com a espécie de formiga e o teor de argila do solo, e é agregada na maioria dos casos.

As variáveis teor de argila do solo, cobertura de dossel e altitude influenciam de forma aditiva a densidade populacional das espécies amostradas. Teor de argila do solo influencia de forma negativa, enquanto cobertura de dossel e altitude de forma positiva.

REFERÊNCIAS

- AKAIKE, H. Information measures and model selection. **Bulletin of International Statistical Institute**, Voorburg, v.1, n.1, p.277-291, 1983.
- ANDRADE, A. P. P.; FORTI, L. C. . Arquitetura dos ninhos de *Acromyrmex subterraneus brunneus*, Forel (Hymenoptera: Formicidae). In: XIV Encontro de Mirmecologia, 1999, São Pedro-SP. **Naturalia**, São Paulo, v. 24. p.33-35, 1999.
- ANJOS, N.; MOREIRA, D.D.O.; DELLA LUCIA, T.M.C. Manejo integrado de formigas cortadeiras em reflorestamentos. In: DELLA LUCIA, T.M.C. (Ed.). **As formigas cortadeiras**. Viçosa, MG: UFV/Sociedade de Investigações Florestais, 1993. p. 212-241.
- ARAÚJO, M. S.; DELLA LUCIA, T. M. C.; MAYHÉ-NUNES, A. J. Levantamento de Attini (Hymenoptera: Formicidae) em povoamento de *Eucalyptus* na região de Paraopeba, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 14, n. 2, p. 323-328, 1997.
- ARAÚJO, M. S.; DELLA LUCIA, T. M. C.; RIBEIRO, G. A.; KASUIA, M. C. M. Impacto da queima controlada da cana-de-açúcar na nidificação e estabelecimento de colônias de *Atta bisphaerica* Forel (Hymenoptera: Formicidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 685-691, May/Jun. 2003.
- ARAÚJO, A. M. N. de.; FARIAS, E. T. de.; SANTOS, J. M. dos; LOPES, D. O. P.; BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F. Mirmecofauna em sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) (Fabaceae) em Rio Largo, Estado de Alagoas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.3, p.220-223, 2009.
- ARAÚJO, M. S.; RIBEIRO, M. M. R.; MARINHO, C. G. S.; DELLA LUCIA, T. M. C. Fundação e estabelecimento de formigueiros. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (ed.). **Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Viçosa, MG: UFV, 2011. p. 173-187.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. **Anuário Estatístico**. 2012. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF12/ABRAF12-BR.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2012.

AUGUSTIN, J. O.; DIEHL, E.; SAMUELS, R. I.; ELLIOT, L. Fungos parasitas de formigas cortadeiras e de seu fungo mutualístico. In DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Viçosa, MG: UFV, 2011.

BASS, M. The effects of leaf deprivation on leaf-cutting ants and their mutualistic fungus. **Ecological Entomology**, Oxford, v. 22, n. 4, p. 284-389, Nov. 1997.

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

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

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

BOLAZZI, M.; KRONENBITTER, J.; ROCES, F. Soil temperature, digging behavior, and the adaptive value of nest depth in South America species of *Acromyrmex* leaf-cutting ants. **Oecologia**, New York, v. 158, n. 1, p. 165-175, Nov. 2008.

BOLAZZI, M.; ROCES, F. Thermal preference for fungus culturing and brood location by workers of the thatching grass-cutting ant *Acromyrmex heyeri*. **Insectes Sociaux**, Basel, v. 49, n. 2, p. 153-157, 2002.

BOLAZZI, M.; ROCES, F. To build or not to build: circulating dry air organizes collective building for climate control in the leaf-cutting ant *Acromyrmex ambiguus*. **Animal Behaviour**, London, v. 74, n. 5, p. 1349-1355, Nov. 2007.

BOLTON, B. An online Catalog of the Ants of the World – ANTCAT, 2012. Disponível em: <<http://www.antcat.org/catalog/429529>>. Acesso em: 09 jul. 2012.

BRANDÃO, E. M. Os componentes da comunidade microbiana do solo, In: CARDOSO, E. J. B. N. (Ed). **Microbiologia do Solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p. 1-16.

BRESHEARS, D. D.; NYHAN, J. W.; HEIL, C. E.; WILCOX, B. P.; Effects of woody plants on microclimate in a semiarid woodland: soil temperature and evaporation in canopy and intercanopy patches. **International Journal of Plant Sciences, Chicago**, v. 159, n. 6, p. 1010–1017, Nov. 1998.

BRUHL, C. A.; MOHAMED, M.; LINSÉNMAIR, K. E. Altitudinal distribution of leaf litter ants along a transect in primary forests on Mount Kinabalu, Sabah, Malaysia. **Journal Tropical Ecology**, New York, v. 15, n. 3 p. 265–277, May, 1999.

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

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

CHALADZE, G. Climate-based model of spatial pattern of the species richness of ants in Georgia. **Journal Insect Conservancy**, Dordrecht, v. 16, n. 5, p. 791-800, Oct. 2012.

CORRÊA, M. M.; BIEBER, A. G. D.; WIRTH, R.; LEAL, I. R.. Occurrence of *Atta cephalotes* (L.) (Hymenoptera: Formicidae) in Alagoas, Northeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 695-968, jul./ago. 2005.

CRAWLEY, M. J. **Statistics**; an introduction using R.. Chinchester: J. Wiley , 2005. 342p.

DATTOLO, W.; VICENTE, R. E.; NUNES, R. V.; CARVALHO, M. S. G. Primeiro registro da Quenquém Cisco-da-Amazônia *Acromyrmex hystrix* (Latreille) (Formicidae: Myrmicinae) para o estado do Maranhão, Brasil. **EntomoBrasilis**, São Paulo, v. 3, n.3, p. 92-93, set. 2010.

DELABIE, J. C. H.; ALVES, H. S. R.; REUSS-STRENZEL, G. M.; CARMO, A. F. R. do.; NASCIMENTO, I. C. do. Distribuição das formigas-cortadeiras *Acromyrmex* e *Atta* no Novo Mundo. In: DELLA LUCIA (Ed.). **Formigas-Cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Viçosa, MG: UFV, 2011. p.80-101.

DELABIE, J. H. C.; NASCIMENTO, I. C.; FONSECA, E.; SGILLO, R. B.; SOARES, P. A. O.; CASIMIRO, A. B.; FURST, M. Biogeografia das formigas cortadeiras (Hymenoptera; Formicidae; Myrmicinae; Attini) de importância econômica no leste da Bahia e nas regiões periféricas dos estados vizinhos. **Agrotrópica**, Itabuna, v. 9, n. 2, p. 49-58, maio 1997.

DELLA LUCIA, T. M. C. Hormigas de importancia económica en la región Neotropical. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. p. 337-350.

DELLA LUCIA, T. M. C.; FOWLER, H. G.; MOREIRA, D. D. O. Espécies de formigas cortadeiras no Brasil. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **As formigas cortadeiras**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1993. p. 26-31.

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

FARJI-BRENER, A.G.F.; ILLES, A. E. Do leaf-cutting ant nests make “bottom-up” gaps in Neotropical rain forests? a critical review of the evidence. **Ecology Letters**, Oxford, v. 3, n.3, p. 219-227, May 2000.

FETCHER, N.; OBERBAUER, S. F.; STRAIN, B. R. Vegetation effects on microclimate in lowland tropical forest in Costa Rica. **International Journal of Biometeorology**, New York, v. 29, n.2, p. 145-155, 1985.

FISHER, B. L. Ant diversity patterns along an elevational gradient in the Reserve Naturelle Intégrale d'Andohahelo, Madagascar. **Fieldiana Zoology**, Washington, v. 94, n. 2, p.129–147, May 1999.

GASTON, K. J. Global patterns in biodiversity. **Nature**, London, v. 405, n.6783 p. 220-227, May 2000.

GILS, H. A. J. A. van. *Atta sexdens* (Hymenoptera: Formicidae) nests are located under higher canopy cover in colombian amazon rainforests. **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogotá, v. 38, n. 1, p. 114-117, 2012.]

GILS, H. A. J. A. van; GAIGL, A.; GÓMEZ, L. E. The relationship between soil variables and leafcutter ant (*Atta sexdens*) nest distribution in the Colombian Amazon. **Insectes Sociaux, Bogotá**, v. 57, n. 4., p. 487-494, 2010.

GILS, H. A. J. A. van; VANDERWOUDE, C. Leafcutter ant (*Atta sexdens*) (Hymenoptera: Formicidae) nest distribution responds to canopy removal and changes in micro-climate in the southern Colombian Amazon. **Florida Entomologist**, LUTZ, v. 95, n. 4, p. 914-921, Dec. 2012..

GONÇALVES, C. R. O gênero *Acromyrmex* no Brasil (Hymenoptera: Formicidae). **Studia Entomologica**, Petrópolis, v. 4, n.1-4, p. 113-180, 1961. Disponível em: <<http://antbase.org/ants/publications/4888/4888.pdf>>. Acessado em: 20 Jul. 2011.

GONÇALVES, C.R. Saúvas do Sul e do Centro do Brasil. **Boletim Fitossanitário**, São Paulo, v. 2, n.3/4, p.183-218, 1945.

GRÜTZMACHER, D. D.; A. E. LOECK, A.E.; MEDEIROS, A.H. Ocorrência de formigas cortadeiras na Região da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, 2002, p. 185-190, mar/abr. 2002.

GRUTZMACHER, D. D.; LOECK, A. E. Caracterização morfológica das formigas do gênero *Acromyrmex* de maior ocorrência no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 4, 2005, p. 437-444, dez. 2005.

GRUTZMACHER, D. D.; LOECK, A. E.; COIMBRA, S. M. Ocorrência de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* nas principais regiões agropecuárias do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n2, 2003, p. 129-133, abr./jul. 2003.

GUSMÃO, L. G.; LOECK, A. E. Distribuição geográfica de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) na Zona Sul do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.5, n.1, p.64-67, jan./abr. 1999.

HERBERS, J. M. Community structure in north temperate ants: temporal and spatial variation. **Oecologia**, New York, v. 81, n. 2, p. 201-211, 1989.

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

JURUENA, L. F.; CACHAPUZ, L.M. M. Espécies de formigas cortadeiras ocorrentes no Estado do RS. **IPAGRO Informa**, Porto Alegre, n.23, p.18-24, 1980.

KEMPF, W. W. Catálogo abreviado das formigas da Região Neotropical (Hymenoptera: Formicidae). **Studia Entomologica**, Petrópolis, v. 15, n. 1-4, 1972, p. 1-134.

KRUGER, L. R.; LOECK, A. E.; GRÜTZMACHER, D. D.; SPAGNOL, D. Influencia do cultivo de *Eucalyptus* sobre a comunidade de formigas cortadeiras nas regiões sul e campanha do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 16, n. 1-4, 2010, p. 51-55, 2010.

KUSNEZOV, N. Numbers of species of ants in faunae of different latitudes. **Evolution, Lawrence**, v.11, n.3., p.298-299, 1957. Disponível em: <<http://antbase.org/ants/publications/11042/11042.pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2011.

LOECK, A. E.; GRÜTZMACHER, D. D.; STORCH, G. Distribuição geográfica de *Atta sexdens piriventris* Santschi, 1919, nas principais regiões agropecuárias do estado do rio grande do sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 7, n. 1, 2001, p. 54-57, jan./abr. 2001.

LOECK, A. E.; PIEROBOM, C. R.; GUSMÃO, L. G.; AFONSO, A. P. Growth of symbiont fungi of some higher attine ants in mineral medium. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, 2004, p. 79-82, jan./mar. 2004.

LOPES, B. C.; FOWLER, H. G. Variação temporal no uso de recursos vegetais por *Acromyrmex striatus* (Myrmicinae:Attini). **Naturalia**, Rio Claro, v. 24, p. 107-108, 1999. Edição Especial.

LUDERWALDT, H. Observações biológicas sobre formigas brasileiras, especialmente do Estado de São Paulo. **Revista do Museu Paulista**, São Paulo, v. 14, p 187-303, 1926.

MARICONI, F. A. M. **As saúvas**. Piracicaba: IPEF, 1979. (Circular Técnica, 77).

MATRANGOLO, C. A. R.; CASTRO, R. V. O.; DELLA LUCIA, T. M. C.; DELLA LUCIA, R. M.; MENDES, A. F. N.; COSTA, J. M. F. N.; LEITE, H. G. Crescimento de eucalipto sob efeito de desfolhamento artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 9, 2010, p. 952-957, set. 2010.

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

MAYHÉ-NUNES, A.J., DIEHL-FLEIG, E. Distribuição de *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) no Rio Grande do Sul. **Acta Biologica Leopoldensia**, São Leopoldo, v.16, n.1, p.115-118, 1994.

MAYHÉ-NUNES, A.J.; K. JAFFÉ. On the biogeography of Attini (Hymenoptera: Formicidae). **Ectopicos**, Merida, v. 11 n.1, p. 45–54, 1998.

MEHDIABADI, N.J.; SCHUTZ, T. R. Natural history and phylogeny of fungus-farming ants (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae: Attini). **Myrmecological News**, Vienna, v. 13, p. 37-55, 2009.

MEYER, S. T.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; WIRTH, R. Ecosystem engineering by leaf-cutting ants: nests of *Atta cephalotes* drastically alter forest structure and microclimate. **Ecological Entomology**, Kaiserslautern, v. 36, n.1, p. 14-24, Feb. 2011.

NICKELE, M. A.; OLIVEIRA, E. B.; REIS FILHO, W.; IEDE, E. T.; RIBEIRO, R. D. Distribuição Espacial de Formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* (Forel) (Hymenoptera: Formicidae) em Plantios de *Pinus taeda*. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 6, 2010, p. 862-872, nov./dez. 2010.

NICKELE, M. A.; REIS FILHO, W.; OLIVEIRA, E. B.; IEDE, E. T. Densidade e tamanho de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Pinus taeda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 4, 2009, p. 347-353, abr. 2009.

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

PACHECO, P.; BERTI FILHO, E. Formigas quenquéns. In: PACHECO P.; BERTI FILHO, E. (Ed.). **Formigas cortadeiras e o seu controle**. Piracicaba: IPEF, 1987. p.3-21.

PEREIRA, R. de C. **Espécies de formigas cortadeiras em plantações de eucalipto: relações com fatores ambientais e consumo foliar**. 1998. 114p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1998.

POWEL, R. J.; STRADLING, D. J. Factors influencing the growth of *Attomyces bromatificus*, a symbiont of attine ants. **Transactions of the British Mycological Society**, London, v. 87, n. 2, p. 205-213, 1986.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2010. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>.

RAMOS, V. M.; FORTI, L. C.; ANDRADE, A. P. P.; NORONHA, N. C.; CAMARGO, R. S. Density and Spatial Distribution of *Atta sexdens rubropilosa* and *Atta laevigata* Colonies (Hym., Formicidae) in Eucalyptus spp. Forests. **Sociobiology**, Presidente Prudente, v.51, n.3, p.1-7, 2008.

RANDO, J.S.S. **Ocorrência de espécies de *Atta Fabricius, 1804* e *Acromyrmex Mayr, 1865* em algumas regiões do Brasil.** 2002. 105p. Tese (Doutorado em Agronomia - Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2002.

RANDO, J.S.S.; FORTI, L.C. Ocorrência de formigas *Acromyrmex* Mayr, 1865, em alguns municípios do Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v.27, n.2, p.129-133, abr./jun. 2005.

REIS, M. A.; ZANETTI, R.; SCOLFORO, J. R. S.; FERREIRA, M. Z. Amostragem de formigas-cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais pelos métodos de transectos em faixa e em linha. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 1101-1108, nov./dez. 2010.

ROCES, F.; KLEINEIDAM, C. Humidity preference for fungus culturing by workers of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* **Insectes Sociaux**, Wurzburg, v. 47, n.4, p. 348-350, 2000.

SABU, T. K.; VINEESH, P. J.; VINOD, K. V. Diversity of forest litter-inhabiting ants along elevations in the Wayanad region of the Western Ghats. **Journal of Insects Science**, Kerala, v. 8, n.69, p. 1-14, Nov. 2008.

SCHOEREDER, J. H.; TEIXEIRA, M. C. The effect of plant cover on *Atta robusta* (Hymenoptera: Formicidae) in resting vegetation. **Sociobiology**, Chicago, v. 41, n. 3, p. 615-623, 2003.

SHCULTZ, T.R; BRADY, S. G. Major evolutionary transitions in ants agriculture. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 105, n. 14, p. 5435-5440, Apr. 2008.

SOSSAI, M.F.; ZANUNCIO, J.C.; LEITE, H.G.; ZANETTI, R; SERRÃO, J.E. Transects to estimate the number of leaf-cutting ant nests (Hymenoptera: Formicidae) in *Eucalyptus urophylla* plantations. **Sociobiology**, Chicago, v. 46, n. 3, p. 667-676, 2005.

SOUZA, A.; ZANETTI, R.; CALEGARIO, N. Nível de dano econômico para formigas-cortadeiras em função do índice de produtividade florestal de eucaliptais em uma região de Mata Atlântica. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, n. 4, p. 483-488, Jul./Aug. 2011.

TEIXEIRA, M. C.; SCHOEREDER, J. H.; MAYHÉ-NUNES, A. J. Geographic distribution of *Atta robusta* Borgmeier (Hymenoptera: Formicidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 719-721, Jul./Aug. 2003

VENABLES, W.N.; RIPLEY, B.D. **Modern Applied Statistics with S**. 4th ed. New York: Springer, 2002. 497p. (Series: Statistics and Computing, 11).

WEBER, N.A. Dry season adaptations of fungus-growing ants and their fungi. **Anatomical Record**, New York, v. 128, n. 3, p. 638- 638, 1957.

WILKIE, K. T. R.; MERTL, A. L.; TRANIELLO, J. F. A. Species diversity and distribution patterns of the ants of Amazonian Ecuador. **PloSOne**, San Francisco, v. 5, n. 10, p. 13146- 13146, Oct. 2010.

WIRTH, R.; MEYER, S. T.; ALMEIDA, W. R.; VIEIRA, M.; BARBOSA, V. S.; LEAL, I. R. Increasing densities of leaf-cutting ants (*Atta* spp.) with proximity to the edge in a Brazilian Atlantic forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 23, n.4, p. 501-505, Oct./Dec.2007.

ZANETTI, R.; JAFFÉ, K.; VILELA, E. F.; ZANUNCIO, J.C.; LEITE, H.G. Efeito da densidade e do tamanho de saueiros sobre a produção de madeira em eucaliptais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.29, n.1, p.105-117, 2000a.

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

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J. C. **Planos de amostragem e tomada de decisão em programas de manejo integrado de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) em reflorestamentos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. **Anais...** Gramado: SEB, 2004. p. 152-152.

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J. C.; VILELA, E. F.; LEITE, H. G.; JAFFÉ, K.; OLIVEIRA, A. C. Level of economic damage for leaf-cutting ants (Hymenoptera: Formicidae) in *Eucalyptus* plantations in Brazil. **Sociobiology**, Chicago, v. 42, n. 2, 2003, p. 433-442, 2003.

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