



ALEXANDRE ARNHOLD

**RIQUEZA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE
FORMIGAS CORTADEIRAS (HYMENOPTERA:
FORMICIDAE) EM EUCALIPTAIS EM BIOMAS
MATA ATLÂNTICA E CERRADO EM MINAS
GERAIS**

LAVRAS – MG

2017

ALEXANDRE ARNHOLD

**RIQUEZA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE FORMIGAS
CORTADEIRAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM
EUCALIPTAIS EM BIOMAS MATA ATLÂNTICA E CERRADO EM
MINAS GERAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. Ronald Zanetti
Orientador

**LAVRAS - MG
2017**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Arnhold, Alexandre.

Riqueza e distribuição espacial de formigas cortadeiras
(Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais em biomas mata
atlântica e cerrado em Minas Gerais / Alexandre Arnhold. - 2017.
85 p. : il.

Orientador: Ronald Zanetti.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2017.
Bibliografia.

1. *Atta*. 2. *Acromyrmex*. 3. Densidade populacional. I. Zanetti,
Ronald. II. Título.

ALEXANDRE ARNHOLD

**RIQUEZA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE FORMIGAS
CORTADEIRAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM
EUCALIPTAIS EM BIOMAS MATA ATLÂNTICA E CERRADO EM
MINAS GERAIS**

***RICHNESS AND SPATIAL DISTRIBUTION OF LEAF-CUTTING ANTS
(HYMENOPTERA: FORMICIDAE) IN EUCALYPTUS PLANTATIONS IN
ATLANTIC FOREST AND CERRADO BIOMES IN MINAS GERAIS***

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 29 de maio de 2017.

Prof. Dr. Jacques Hubert Charles Delabie UESC

Profa. Dra. Cidália Gabriela Santos Marinho UFSJ

Prof. Dr. César Freire Carvalho UFLA

Prof. Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira UFLA

Prof. Dr. Ronald Zanetti Bonetti Filho
Orientador

LAVRAS – MG

2017

AGRADECIMENTOS

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

Aos meus pais, Armando e Marineusa, por sempre acreditarem e me incentivarem nesta caminhada.

À minha esposa Mara e meus filhos Isabela e Ian pela paciência, carinho, incentivo e compreensão, principalmente durante as minhas coletas.

Aos professores Ronald Zanetti, Alexandre dos Santos e Jacques Delabie pela amizade e valiosos ensinamentos transmitidos durante o doutorado.

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 doutorado.

À Cenibra, Gerdau e Vallourec por disponibilizarem as áreas para o trabalho e financiarem as coletas.

À professora Cidália Gabriela e aos professores César Freire e Luís Cláudio Paterno pelas sugestões e críticas que engrandeceram este trabalho.

Aos colegas do laboratório de Manejo integrado de Pragas Florestais da UFLA e do Laboratório de Mirmecologia da Ceplac pela amizade e agradáveis momentos que vivemos durante minha pós-graduação.

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

RESUMO

O cultivo do eucalipto é o mais importante do setor florestal brasileiro e as formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* são consideradas suas principais pragas. Espécies destes gêneros estão distribuídas em todos os estados brasileiros, porém não há registros atuais de quais e quantas espécies dessas formigas estão associadas ao cultivo do eucalipto, nem como variáveis ambientais influenciam a ocorrência dessas espécies. Foram realizadas coletas de formigas cortadeiras em eucaliptais nos biomas Mata Atlântica e Cerrado em Minas Gerais, com o objetivo principal de identificar as espécies de formigas cortadeiras associadas à cultura do eucalipto nestes biomas. Adicionalmente, também foram verificados seus padrões de distribuição espacial, sua densidade e frequência, e avaliada a influência das variáveis ambientais (altitude, teor de argila do solo, temperatura máxima e temperatura mínima do ar) na sua probabilidade de ocorrência. Foram encontradas nove espécies e três subespécies associadas à cultura eucalipto. *Acromyrmex niger* apresentou a maior densidade populacional e *Acromyrmex subterraneus molestans* a maior frequência em eucaliptais no bioma Mata Atlântica, enquanto *Atta sexdens* foi a mais abundante e frequente no Cerrado. A distribuição espacial predominante foi agregada. A altitude influenciou negativamente a ocorrência de *Atta sexdens* e *Acromyrmex niger*. A temperatura máxima do ar influenciou positivamente a ocorrência de *Atta laevigata* e negativamente a ocorrência de *Acromyrmex niger* e *Acromyrmex subterraneus molestans*. O teor de argila influenciou negativamente a ocorrência de *Acromyrmex subterraneus brunneus* e positivamente a ocorrência de *Acromyrmex niger*.

Palavras-chave: *Atta*. *Acromyrmex*. Densidade populacional. Frequência. Distribuição espacial.

ABSTRACT

Eucalyptus plantations are the most important in Brazilian forestry sector. The leaf-cutting ants of genus *Atta* and *Acromyrmex* are your main pests. Species of these genera are distributed by all Brazilian states, but there are no current records of which and how many species of these ants are associated with the Eucalyptus plantations, nor how environmental variables influence on occurrence of this species. Samples of leaf-cutting ants were made in eucalyptus plantations in the biomes Mata Atlântica and Cerrado in Minas Gerais State. The main objective was to identify the species of leaf-cutting ants associated with eucalyptus plantations in these biomes. Additionally, your spatial distribution patterns, population density and frequency were checked and the environmental variables influence (altitude, clay soil content, maximum air temperature and minimum air temperature) on their probability of occurrence was evaluated. Nine species and three subspecies associated with the eucalyptus crop were found. *Acromyrmex niger* had the highest population density and *Acromyrmex subterraneus molestans* had the highest frequency in eucalyptus plantations at the Mata Atlântica biome. *Atta sexdens* had the highest population density and frequency in Cerrado biome. The predominant spatial distribution has aggregated. The altitude negatively influenced the occurrence of *Atta sexdens* and *Acromyrmex niger*. The maximum air temperature positively influenced the occurrence of *Atta laevigata* and negatively the occurrence of *Acromyrmex niger* and *Acromyrmex subterraneus molestans*. The clay soil content negatively influenced the occurrence of *Acromyrmex subterraneus brunneus* and positively the occurrence of *Acromyrmex niger*.

Keywords: *Atta*. *Acromyrmex*. Population density. Frequency. Spatial distribution.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Objetivos	11
1.2	Objetivos específicos	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Importância das formigas cortadeiras	13
2.2	Espécies de formigas cortadeiras no Brasil	14
2.3	Influência de variáveis ambientais sobre as formigas cortadeiras	19
2.3.1	Latitude e altitude	19
2.3.2	Temperatura	20
2.3.3	Solo	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1	Área de estudo	25
3.2	Coleta de formigas cortadeiras	28
3.3	Análise de dados	29
4	RESULTADOS	33
4.1	Densidade populacional de ninhos de formigas cortadeiras	35
4.2	Frequência	40
4.3	Distribuição espacial	46
4.4	Influência de variáveis ambientais sobre a probabilidade de ocorrência de formigas cortadeiras	53
5	DISCUSSÃO	61
5.1	Densidade populacional e frequência	62
5.2	Distribuição espacial	69
5.3	Influência das variáveis ambientais	70
6	CONCLUSÕES	73
	REFERÊNCIAS	75

1 INTRODUÇÃO

As florestas plantadas têm grande importância na economia brasileira, principalmente as espécies do gênero *Eucalyptus*. A área de florestas plantadas no Brasil, em 2015, era de 7,8 milhões de hectares, gerando em torno de 3,8 milhões de empregos diretos e indiretos, além de R\$ 11,3 bilhões de tributos arrecadados. Da área total de florestas plantadas no Brasil, o *Eucalyptus* ocupa 5,6 milhões de hectares, sendo que as maiores áreas com plantio de espécies deste gênero se encontram nos estados de Minas Gerais (24%) e São Paulo (17%) (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ, 2017).

As plantações de eucalipto em Minas Gerais concentram-se nos biomas Mata Atlântica e Cerrado. No bioma Mata Atlântica, as principais áreas com cultivo do eucalipto se localizam na bacia do rio Doce, onde se planta aproximadamente 23% de todo o eucalipto do estado. No Cerrado, as principais áreas estão nas bacias dos rios São Francisco, que concentra mais de 50% das áreas de plantio de eucalipto em Minas Gerais, seguido do vale do Jequitinhonha com 15% e do Rio Pardo, com 4,5% (SCOLFORO; CARVALHO, 2006). Em todas essas regiões, o eucalipto é geralmente plantado em sistemas de monocultivo, o que pode favorecer o surgimento de insetos daninhos a essa cultura, como besouros e lagartas desfolhadoras e principalmente as formigas cortadeiras. Zanetti et al. (2003b) observaram que a percentagem de redução no volume de madeira de *Eucalyptus* spp. foi de 0,87% para cada 2,76 m² de área de terra solta de saueiros por hectare, numa região de Cerrado. Silva (2008) verificou que houve redução de 0,03% na produção de eucalipto por m² de área de saueiros por hectare, significando uma perda entre 0,03 e 0,08 m³/ha de madeira das florestas, a depender do índice de sítio de produtividade florestal, numa região de Mata Atlântica. Portanto, o controle das formigas cortadeiras em eucaliptais é de extrema importância para evitar perdas significativas.

Formigas cortadeiras são insetos que pertencem à Ordem Hymenoptera, Família Formicidae, tribo Attini e aos gêneros *Atta* Fabricius, 1804 (saúvas) e *Acromyrmex* Mayr, 1865 (quenquéns). Possuem ampla distribuição geográfica, ocorrendo nas mais diversificadas fitofisionomias, desde o Sul da América do Norte até o Norte da Argentina. Constroem seus ninhos no solo, onde cultivam um fungo simbiote que utilizam como alimento. O cultivo deste fungo é feito utilizando-se material vegetal fresco, como folhas, flores, frutos e sementes e chamado de agricultura de corte de folhas (SCHULTZ; BRADY, 2008). Quando esses insetos cortam partes vegetais, geram danos aos cultivos, tornando-se pragas.

No caso do eucalipto, as formigas cortadeiras são consideradas sua principal praga (ZANETTI et al., 2000, 2002, 2003b) o que acaba por gerar uma demanda pelo conhecimento entre as relações existentes entre essas formigas e o eucalipto, visando melhorias nas técnicas de manejo integrado desses insetos.

Muitos dos trabalhos realizados com formigas cortadeiras são voltados para sua biologia e ecologia (GONÇALVES, 1945, 1961; MARICONI, 1966, 1970; NAGAMOTO et al., 2009), distribuição geográfica (DELABIE et al., 2011; GONÇALVES, 1945, 1961; GRÜTZMACHER; LOECK; MEDEIROS, 2002; LOECK; GRÜTZMACHER; COIMBRA, 2003), taxonomia (GONÇALVES, 1945; MARICONI, 1970; MAYHÉ-NUNES, 1991), amostragem, quantificação de danos e controle destes insetos em plantios florestais, principalmente pinus (CANTARELLI et al., 2006; HERNÁNDEZ; JAFFÉ, 1995; NICKELE et al., 2010) e eucalipto (REIS et al., 2010, 2015; SOUZA; ZANETTI; CALEGARIO, 2011; ZANETTI et al., 2000, 2002, 2003b).

Também foram realizados estudos sobre as relações desses insetos com fatores ambientais e como eles podem influenciar sua sobrevivência. Mas neste caso, a grande maioria dos trabalhos foi feita em laboratórios ou áreas onde não havia cultivo de eucalipto (BENTO et al., 1991; BOLAZZI; KRONENBITTER;

ROCES, 2008; BOLAZZI; ROCES, 2002; FOWLER, 1983; GILS; GAIGL; GÓMEZ, 2010; POWEL; STRADLING, 1986; TROPMAIR, 1973). Estudos que investigam a influência de variáveis ambientais sobre a distribuição, densidade populacional e frequência de espécies de formigas cortadeiras em eucaliptais (LIMA, 1991; PEREIRA, 1998) são escassos.

Assim, é necessário conhecer quais espécies de formigas cortadeiras são potencialmente pragas do eucalipto, quais seus padrões de distribuição espacial e como as variáveis ambientais influenciam esses insetos. Tais informações são indispensáveis para um manejo adequado de formigas cortadeiras, evitando o controle de espécies não praga e reduzindo custos na amostragem e controle, além de diminuir os impactos ao meio ambiente.

1.1 Objetivos

Objetivou-se com este trabalho: identificar as espécies de formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* e analisar os seus padrões espaciais em áreas cultivadas com eucalipto, nos biomas Mata Atlântica e Cerrado de Minas Gerais.

1.2 Objetivos específicos

Este trabalho teve como objetivos específicos:

- a) Identificar as espécies de formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* presentes em eucaliptais nos biomas Mata Atlântica e Cerrado de Minas Gerais;
- b) Estimar a densidade populacional e frequência dessas espécies nesses dois biomas;
- c) Verificar qual a distribuição espacial predominante em formigas cortadeiras em eucaliptais nos dois biomas;

- d) Avaliar a influência das variáveis, altitude, teor de argila do solo, temperatura máxima e temperatura mínima sobre a probabilidade de ocorrência das espécies de formigas cortadeiras em plantações de eucalipto nesses biomas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância das formigas cortadeiras

Formigas cortadeiras são insetos sociais da ordem Hymenoptera, família Formicidae, e pertencem à tribo Attini que atualmente é composta por 45 gêneros (BOLTON, 2016). As espécies mais derivadas da tribo Attini pertencem aos gêneros *Atta* Fabricius, 1804 (saúvas) e *Acromyrmex* Mayr, 1865 (quenquéns) e compreendem as formigas cortadeiras (DELLA LUCIA, 2003). Espécies destes dois gêneros cortam e transportam folhas e fragmentos de plantas para o interior de seus ninhos, geralmente subterrâneos, para utilizar como substrato no cultivo de um fungo do qual se alimentam (GONÇALVES, 1945). Isso é descrito como agricultura de corte de folhas (MEHDIABADI; SCHULTZ, 2009; SCHULTZ; BRADY, 2008).

Pelo fato de cortar e transportar partes vegetais durante todas as épocas do ano e pela severidade de seus ataques, formigas dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* são consideradas pragas-chave de essências florestais no Brasil (ANJOS; MOREIRA; DELLA LUCIA, 1993), principalmente de florestas plantadas de *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. (BOARETTO; FORTI, 1997).

O eucalipto é geralmente cultivado em extensas áreas em sistema de monocultivo, o que acaba por favorecer o surgimento de surtos populacionais de insetos daninhos a esta cultura, principalmente formigas cortadeiras, consideradas as principais pragas desse cultivo no Brasil (ZANETTI et al., 2000, 2002, 2003b).

Quanto maior o número e a intensidade de desfolhas provocadas por formigas cortadeiras em uma árvore, maior será a perda (MATRANGOLO et al., 2010), que poderá chegar a 0,13m³ de madeira por hectare para cada m² de terra solta de saueiro (SOUZA; ZANETTI; CALEGARIO, 2011). Quando o controle destas formigas não é realizado em áreas recém-plantadas com

eucalipto ou plantios com até um ano de idade, as perdas podem chegar a 100% (ZANETTI; ZANUNCIO, 2004), inviabilizando o seu cultivo.

Entretanto, estes organismos também podem desempenhar um importante papel na dinâmica de ambientes florestais naturais, atuando como engenheiros do ecossistema, alterando a estrutura do solo e seus nutrientes, alterando a estrutura de sub-bosque e a composição do banco de sementes (FARJI-BRENER; ILES, 2000). Além disso, alteram a quantidade de luz que atinge o solo das florestas (CORREA et al., 2010; MEYER et al., 2011), e atuam como dispersores de sementes (PIKART et al., 2010). Como resultado destas atividades, as formigas cortadeiras podem alterar a trajetória de sucessão de ambientes florestais, modificando a abundância de outros organismos (LEAL; WIRTH; TABARELLI, 2014), inclusive a composição e estrutura da vegetação (COSTA; VASCONCELOS; BRUNA, 2017).

2.2 Espécies de formigas cortadeiras no Brasil

As formigas cortadeiras ocorrem 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 formações vegetais, desde florestas tropicais, subtropicais, equatoriais úmidas e secas, cerrados, caatingas, restingas, pampas até mesmo desertos (MEHDIABADI; SCHULTZ, 2009).

Considerando a classificação proposta por Bolton (2012), ocorrem 9 espécies do gênero *Atta* e 23 espécies e 7 subespécies do gênero *Acromyrmex* no Brasil (TABELA 1).

Tabela 1 - Ocorrência dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* nos principais biomas Brasileiros (C = Cerrado, P = Pampa, M = Mata Atlântica, A = Amazônia).

(Continua)

Espécie	Biomas				Fonte
	C	P	M	A	
<i>Atta cephalotes</i> (L., 1758)		X	X		Correa et al. (2005), Della Lucia, Fowler e Moreira (1993), Mariconi (1979) e Rando (2002)
<i>Atta laevigata</i> (Smith, F. 1858)	X		X	X	Araújo, Della Lucia e Mayhé-Nunes (1997), Delabie et al. (1997), Della Lucia, Fowler e Moreira (1993), Mariconi (1979) e Rando (2002)
<i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939			X		Araújo et al. (2009), Della Lucia, Fowler e Moreira (1993) e Mariconi (1979)
<i>Atta robusta</i> Borgmeier, 1939			X		Della Lucia, Fowler e Moreira (1993), Mariconi (1979) e Teixeira, Schoereder e Mayhé-Nunes (2003)
<i>Atta sexdens</i> (L., 1758)	X	X	X	X	Della Lucia, Fowler e Moreira (1993), Grützmacher, Loeck e Medeiros (2002), Mariconi (1979), Oliveira (1996) e Rando (2002)
<i>Atta vollenweideri</i> , Forel, 1939			X		Della Lucia, Fowler e Moreira (1993), Rando (2002) e Simas, Costa e Simas (2002)
<i>Atta capiguara</i> Gonçalves, 1944	X		X		Della Lucia, Fowler e Moreira (1993), Lopes et al. (2003) e Rando (2002)
<i>Atta bisphaerica</i> Forel, 1908	X		X		Della Lucia, Fowler e Moreira (1993), Lopes et al. (2016) e Rando (2002)
<i>Atta goiana</i> Gonçalves, 1942	X				Della Lucia, Fowler e Moreira (1993)
<i>Acromyrmex (Moellerius) balzani</i> Emery, 1890	X	X	X		Forti et al. (2006), Gonçalves (1961) e Pereira (1998)
<i>Acromyrmex (Moellerius) fracticornis</i> Forel, 1909	X		X		Gonçalves (1961), Lopes e Fowler (1999) e Mahyé-Nunes (1991)
<i>Acromyrmex (Moellerius) heyeri</i> Forel, 1899		X	X		Gonçalves (1961), Grützmacher, Loeck e Medeiros (2002), Kruger et al. (2010) e Loeck, Grützmacher e Coimbra (2003)
<i>Acromyrmex (Moellerius) landolti</i> Forel, 1885	X		X		Gonçalves (1961)
<i>Acromyrmex (Moellerius) striatus</i> (Roger, 1863)		X	X		Gonçalves (1961), Grützmacher, Loeck e Medeiros (2002), Kruger et al. (2010), Loeck, Grützmacher e Storch (2001) e Lopes e Fowler (1999)
<i>Acromyrmex (Acromyrmex) ambiguus</i> Emery, 1887		X	X		Forti et al. (2006), Gonçalves (1961), Grützmacher, Loeck e Medeiros (2002) e Kruger et al. (2010)
<i>Acromyrmex (Acromyrmex) aspersus</i> (F. Smith, 1858)			X		Forti et al. (2006), Gonçalves (1961), Pereira (1998) e Rando e Forti (2005)
<i>Acromyrmex (Acromyrmex) coronatus</i> (Fabricius, 1804)	X		X	X	Gonçalves (1961), Kempf (1972), Mahyé-Nunes (1991) e Pereira (1998) Forti et al. (2006), Grützmacher, Loeck e Medeiros (2002) e Rando e Forti (2005)

Tabela 1 - Ocorrência dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* nos principais biomas Brasileiros (C = Cerrado, P = Pampa, M = Mata Atlântica, A = Amazônia).

(Continuação)

Espécie	Biomas				Fonte
	C	P	M	A	
<i>Acromyrmex</i> (<i>Acromyrmex</i>) <i>crassispinus</i> Forel, 1909	X	X	X		Forti et al. (2006), Gonçalves (1961), Grützmacher et al. (2002), Kruger et al. (2010) e Loeck et al. (2001)
<i>Acromyrmex</i> (<i>Acromyrmex</i>) <i>diasi</i> Gonçalves, 1983	X		X		Forti et al. (2006), Gonçalves (1961) e Rando e Forti (2005)
<i>Acromyrmex</i> (<i>Acromyrmex</i>) <i>disciger</i> Mayr, 1887				X	Forti et al. (2006), Gonçalves (1961), Lopes e Fowler (1999) e Rando e Forti (2005)
<i>Acromyrmex</i> (<i>Acromyrmex</i>) <i>hispidus fallax</i> Santschi, 1925				X	Gonçalves (1961), Lopes e Fowler (1999) e Mahyé-Nunes (1991)
<i>Acromyrmex</i> (<i>Acromyrmex</i>) <i>hispidus formosus</i> Santschi, 1925				X	Gonçalves (1961)
<i>Acromyrmex</i> (<i>Acromyrmex</i>) <i>hystrix</i> (Latreille, 1802)	X		X	X	Dattilo et al. (2010), Gonçalves (1961) e Mahyé-Nunes (1991)
<i>Acromyrmex</i> (<i>Acromyrmex</i>) <i>laticeps</i> Emery, 1905	X	X	X		Gonçalves (1961), Gusmão e Loeck (1999), Loeck, Grützmacher e Storch (2001) e Mahyé-Nunes (1991)
<i>Acromyrmex</i> (<i>Acromyrmex</i>) <i>lobicornis</i> Emery, 1887		X	X		Gonçalves (1961), Grützmacher, Loeck e Medeiros (2002), Kruger et al. (2010) e Loeck, Grützmacher e Storch (2001)
<i>Acromyrmex</i> (<i>Acromyrmex</i>) <i>lundii</i> (Guérin, 1838)		X	X		Gonçalves (1961), Grützmacher, Loeck e Medeiros (2002), Kruger et al. (2010) e Loeck, Grützmacher e Storch (2001)
<i>Acromyrmex</i> (<i>Acromyrmex</i>) <i>lundii carli</i> Santschi, 1925				X	Gonçalves (1961) e Mahyé-Nunes (1991)
<i>Acromyrmex</i> (<i>Acromyrmex</i>) <i>niger</i> (F. Smith, 1858)				X	Forti et al. (2006), Gonçalves (1961), Lopes e Fowler (1999), Mahyé-Nunes e Diehl-Fleig (1994) e Rando e Forti (2005)
<i>Acromyrmex</i> (<i>Acromyrmex</i>) <i>nigrosetosus</i> Forel, 1908	X		X	X	Araújo, Della Lucia e Mahyé-Nunes (1997), Forti et al. (2006), Gonçalves (1961), Mahyé-Nunes (1991), Pereira (1998) e Rando e Forti (2005),
<i>Acromyrmex</i> (<i>Acromyrmex</i>) <i>nobilis</i> Santschi, 1939				X	Gonçalves (1961)
<i>Acromyrmex</i> (<i>Acromyrmex</i>) <i>octospinosus</i> (Reich, 1793)				X	Gonçalves (1961) e Mahyé-Nunes (1991)
<i>Acromyrmex</i> (<i>Acromyrmex</i>) <i>pubescens</i> Emery, 1905	X				Gonçalves (1961) e Rando e Forti (2005)

Tabela 1 - Ocorrência dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* nos principais biomas Brasileiros (C = Cerrado, P = Pampa, M = Mata Atlântica, A = Amazônia).

(Conclusão)

Espécie	Biomas				Fonte
	C	P	M	A	
<i>Acromyrmex</i> (<i>Acromyrmex</i>) <i>rugosus</i> <i>rochai</i> Forel, 1904	X		X		Forti et al. (2006), Gonçalves (1961) e Mahyé-Nunes (1991)
<i>Acromyrmex</i> (<i>Acromyrmex</i>) <i>rugosus</i> (F. Smith, 1858)	X		X		Araújo et al. (2009), Forti et al. (2006), Gonçalves (1961), Lopes e Fowler (1999) e Rando e Forti (2005)
<i>Acromyrmex</i> (<i>Acromyrmex</i>) <i>subterraneus brunneus</i> Forel, 1911	X		X		Forti et al. (2006), Gonçalves (1961), Pereira (1998) e Rando e Forti (2005),
<i>Acromyrmex</i> (<i>Acromyrmex</i>) <i>subterraneus molestans</i> Santschi, 1925	X		X		Forti et al. (2006), Gonçalves (1961) e Pereira (1998)
<i>Acromyrmex</i> (<i>Acromyrmex</i>) <i>s.</i> <i>subterraneus</i> Forel, 1893	X		X		Forti et al. (2006), Gonçalves (1961), Pereira (1998) e Rando e Forti (2005)

No Brasil, espécies dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* estão amplamente distribuídas por todo seu território (DELLA LUCIA; FOWLER; MOREIRA, 1993; GONÇALVES, 1945, 1961; RANDO, 2002; RANDO; FORTI, 2005).

Atta sexdens (Linnaeus, 1758) e *Atta laevigata* (Smith, F. 1858) possuem as maiores frequências de ocorrência no Brasil, sendo estas as espécies mais importantes relacionadas a culturas florestais (BOARETTO; FORTI, 1997; RANDO; FORTI, 2005). Ocorrem em regiões de campos, cerrados, florestas e culturas agrícolas (MARICONI, 1970). Forrageiam preferencialmente dicotiledôneas, mas eventualmente podem forragear monocotiledôneas (GONÇALVES, 1961; MARICONI, 1970; NAGAMOTO et al., 2009). Já *Atta bisphaerica* e *Atta capiguara* forrageiam preferencialmente monocotiledôneas e eventualmente cortam dicotiledôneas, preferindo áreas de pastagens (MARICONI, 1970; NAGAMOTO et al., 2009).

Para o gênero *Acromyrmex*, as espécies *Acromyrmex rugosus* (Smith, F. 1858), *Acromyrmex niger* (Smith, 1858) e *Acromyrmex crassispinus* Forel, 1939, são as espécies de maior importância econômica para plantios florestais (BOARETTO; FORTI, 1987; RANDO; FORTI, 2005). Forrageiam preferencialmente dicotiledôneas e eventualmente podem forragear monocotiledôneas (GONÇALVES, 1961; MARICONI, 1970; NAGAMOTO et al., 2009).

Nagamoto et al. (2009) sugerem que espécies do gênero *Atta* que forrageiam preferencialmente monocotiledôneas, não possuem o hábito de escalar árvores ou arbustos, forrageando folhas ou partes vegetais próximas ao solo, sendo que, nestes casos, as folhas mais tenras e apropriadas para forragear seriam de monocotiledôneas.

No caso de espécies do gênero *Acromyrmex*, observa-se uma diferenciação morfológica entre espécies que forrageiam preferencialmente mono ou dicotiledôneas. Espécies do subgênero *Moellerius*, que apresentam uma grande preferência por monocotiledôneas e habitam preferencialmente regiões de campo aberto e cerrado (GONÇALVES, 1961), possuem mandíbulas mais curtas e pouco curvadas. Já as espécies do subgênero *Acromyrmex* que forrageiam preferencialmente dicotiledôneas, possuem mandíbulas mais longas e fortemente curvadas (MAHYÉ-NUNES, 1991). A maioria das espécies do subgênero *Acromyrmex* habita áreas de floresta e as poucas que habitam áreas de campo têm preferência por dicotiledôneas (GONÇALVES, 1961).

Como mencionado anteriormente, na maior parte da área plantada com eucalipto no Brasil, utiliza-se o sistema de monocultivo, o que favorece a ocorrência de pragas. Ademais, a literatura que fornece informações sobre ocorrência de espécies de *Atta* e *Acromyrmex* nestes ambientes é antiga. Desta forma, estes dois aspectos determinam a necessidade de realização de levantamentos constantes acerca de formigas cortadeiras em diferentes biomas.

2.3 Influência de variáveis ambientais sobre as formigas cortadeiras

Diversos estudos indicam que variáveis ambientais exercem grande influência sobre a ocorrência, frequência, riqueza e abundância das formigas de um modo geral, destacando-se a latitude, altitude, temperatura e características do solo.

2.3.1 Latitude e altitude

A riqueza de espécies de Formicidae pode variar dentro de um gradiente latitudinal, aumentando o número de espécies conforme decresce a latitude (DELABIE et al., 2011; KUSNEZOV, 1957). Para espécies dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, sua ocorrência está limitada entre 34° N e 41° S de latitude (DELABIE et al., 2011). Ainda de acordo com estes autores, picos de ocorrência para as espécies destes dois gêneros podem ser observados, sendo um para *Atta* entre 20° N e 25° S e dois para *Acromyrmex*, um entre 5° N e 5° S e entre 20° e 30° S.

Com relação à altitude, também são observadas variações na riqueza e abundância de formigas de um modo geral. Esta variação pode se dar de forma não linear, com picos de riqueza de espécies entre 500 e 1.500 metros (CHALADZE, 2012), e entre 300 e 1.000 (SABU; VINEESH; VINOD, 2008). De forma linear, decresce com a altitude (FISHER, 1999) ou decresce exponencialmente com a elevação da altitude, sem apresentar picos de riqueza e abundância em altitudes medianas (BRUHL; MOHAMED; LINSENMAIR, 1999). Com relação às formigas cortadeiras, uma maior riqueza de espécies ocorre em altitudes menores, mas com algumas espécies como *Acromyrmex niger*, *Acromyrmex subterraneus subterraneus* e *Acromyrmex subterraneus brunneus* ocorrendo com maior frequência e abundância em altitudes mais elevadas (850 a 1.260 metros) e outras como *Acromyrmex rugosus*, *Acromyrmex*

subterraneus molestans e *Atta sexdens* em altitudes menores (200 e 500 metros) (PEREIRA, 1998).

Entretanto, latitude e altitude não são fatores que determinam diretamente a ocorrência de organismos em um local. A esses fatores estão associados às variáveis ambientais, que atuam diretamente sobre os organismos, além da presença de condições físicas favoráveis e abundância de recursos (SABU; VINEESH; VINOD, 2008; GASTON, 2000). Dentre as variáveis que afetam diretamente as formigas cortadeiras, podemos destacar principalmente a temperatura e as características de solo (BENTO et al., 1991; GILS; GAIGL; GÓMEZ, 2010; PEREIRA, 1998; POWEL; STRADLING, 1986; TROPMAIR, 1973).

2.3.2 Temperatura

Temperatura pode influenciar a abundância (SABU; VINEESH; VINOD, 2008) e riqueza de formigas de um modo geral (CHALADZE, 2012). No caso de formigas cortadeiras, pode afetar sua frequência, densidade populacional, distribuição e ocorrência (FOWLER, 1983; LIMA, 1991; PEREIRA, 1998). Pode agir como um limitante para a sobrevivência e crescimento do fungo simbiote dessas formigas e também influenciar nas atividades de corte e movimentação de terra (ABREU, 2015; BOLAZZI; KRONENBITTER; ROCES, 2008; TROPMAIR, 1973), afetando o desenvolvimento e interferindo indiretamente na sobrevivência das colônias.

O fungo simbiote das formigas cortadeiras tem um melhor desenvolvimento entre 20° e 25 °C (BOLAZZI; ROCES, 2002), sendo que, a 30 °C, a temperatura é letal para o fungo (POWEL; STRADLING, 1986). Desta forma, locais com essas características de temperatura se tornam inviáveis para a sobrevivência destes insetos. Para contornar esse problema, as formigas agem de forma a transportar partes do fungo e também formas jovens para locais mais

apropriados ao seu desenvolvimento (BOLAZZI; ROCES, 2002), o que pode alterar seus padrões de distribuição, ocorrência, frequência e densidade populacional.

Com relação ao comportamento de escavação e profundidade dos ninhos, quanto mais quente for o solo, mais profundos serão os ninhos ou mais espécies com ninhos subterrâneos serão encontradas (BOLAZZI; KRONENBITTER; ROCES, 2008). Além disso, as rainhas, ao escavarem a câmara inicial, regulam sua profundidade em função da temperatura, em busca de um ótimo para o desenvolvimento do fungo e das formas jovens (CAMARGO et al., 2016). Desta forma, esse tipo de comportamento também pode influenciar os padrões de distribuição, ocorrência, frequência e densidade populacional.

2.3.3 Solo

Os ninhos das espécies de formigas cortadeiras geralmente são construídos sob o solo, podendo ser profundos, subsuperficiais ou até mesmo superficiais (DELLA LUCIA; FOWLER; MOREIRA, 1993; GONÇALVES, 1961, 1965; MARICONI, 1970). Em raras exceções, algumas espécies de *Acromyrmex* constroem ninhos sobre árvores, junto a raízes de epífitas (GONÇALVES, 1961). Troppmair (1973) afirma que o solo é o *habitat* das saúvas e que esse pode ser um determinante na sua distribuição espacial.

Algumas características do solo como teor de argila, fertilidade de solo, população microbiana e pH podem afetar desde o estabelecimento de formigueiros, até seu desenvolvimento e sobrevivência (BENTO et al., 1991; GILS; GAIGL; GÓMEZ, 2010; LIMA, 1991; LOECK et al., 2004; POWEL; STRADLING, 1986), conseqüentemente alterando padrões de distribuição espacial, frequência e densidade populacional.

O pH tem influência sobre o fungo simbiote, que é bastante sensível a suas variações (POWEL; STRADLING, 1986), sendo que, em valores de pH entre 4 e 5, apresentam uma melhor taxa de crescimento (LOECK et al., 2004). Já os microrganismos presentes no solo afetam tanto as formigas quanto seu fungo simbiote (AUGUSTIN et al., 2011), e solos com maior atividade biológica são desfavoráveis para o estabelecimento de saúveiros iniciais (ARAÚJO et al., 2003). Além disso, horizontes mais superficiais do solo possuem maior quantidade de matéria orgânica e são mais ricos em nutrientes, possuindo maiores populações de microrganismos, tornando-os desfavoráveis ao desenvolvimento de saúveiros (BENTO et al., 1991). Diehl-Fleig e Rocha (1998) demonstraram em um experimento de laboratório, que formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* apresentam a capacidade de reconhecer diferenças entre tipos de solos, preferindo solos argilosos e arenosos a solos férteis. Corroborando estes autores, Schoereder e Dasilva (2008) verificaram que formigas do gênero *Atta* também possuem capacidade de diferenciar tipos de solos em áreas de pastagens, preferindo latossolos, que são mais arejados e com menor teor de argila, do que argissolos e cambissolos.

Nos solos de textura arenosa, ocorre uma maior percolação da água, o que resulta em uma remoção de nutrientes para perfis mais profundos, tornando estes solos mais ácidos e favorecendo o estabelecimento de fungos (BRANDÃO, 1992). Entretanto, solos mais arenosos apresentam uma melhor aeração, favorecendo o desenvolvimento dos fungos, o que também pode favorecer espécies de formigas que possuem ninhos mais profundos.

Em solos argilosos, que apresentam drenagem ruim, as inundações podem afetar a ocorrência de formigueiros em partes mais baixas do relevo. Sendoya, Silva e Farji-Brener (2014) verificaram que áreas mais altas, distantes de cursos d'água, apresentavam maiores densidades de ninhos de formigas cortadeiras em função das inundações. Estes insetos preferem não escavar locais

com alto teor de umidade no solo, o que representa uma adaptação para evitar a entrada de água no ninho durante as inundações (PIELSTROM; ROCES, 2014).

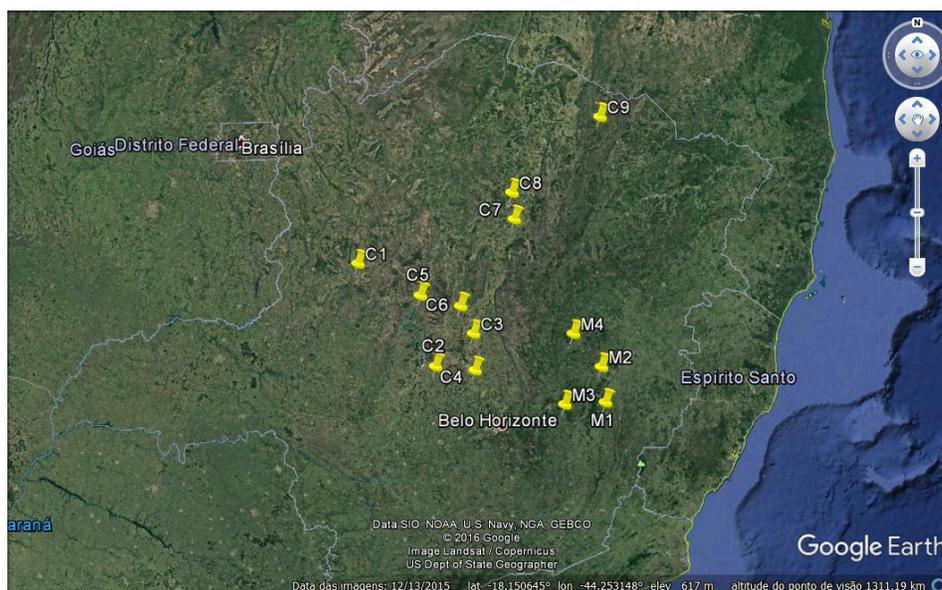
Porém, grande parte destes trabalhos foi realizada em laboratório, ou em áreas que não tinham eucalipto. Desta forma, se faz necessária a realização de estudos sobre a relação de variáveis ambientais com formigas cortadeiras em eucaliptais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

As coletas foram realizadas dentro de áreas de plantio de eucalipto, nos biomas Mata Atlântica e Cerrado em Minas Gerais. No bioma Mata Atlântica foram selecionadas fazendas em quatro regiões (M1, M2, M3 e M4) e no Cerrado em nove regiões (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8 e C9) (FIGURA 1), (TABELA 2), onde foram lançadas 156 parcelas no total. Estas regiões foram selecionadas com base na classificação da vegetação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004) e por serem as mais representativas nesses biomas, além de possuírem as maiores plantações de eucalipto.

Figura 1 - Regiões de coleta de formigas cortadeiras em Minas Gerais.



Fonte: Google Earth (2016).

Tabela 2 - Características das regiões de coletas.

Biomias	Regiões	Clima	Vegetação	Solo	Argila (%)	Altitude (m)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)
Mata Atlântica	M1	Cwa	F	LAd	52	283	22,8	16,8
	M2	Aw	F	PVd	35	243,8	22,8	16,75
	M3	Cwb	F	LVAd	49	845	27,36	18,1
	M4	Cwa	F	LVAd	51,7	857	28,45	15,84
Cerrado	C1	Aw	S	LVAd	5	609,5	29,81	18,97
	C2	Aw	Sg	RLd	0	660,6	30,14	17,22
	C3	Aw	Sg	Cxbd	19	675,8	30,84	17,22
	C4	Cwa	S	LVd	0	749,4	28,99	16,36
	C5	Aw	Sg	Cxbd	11,3	820	30,84	17,2
	C6	Aw	Sg	RLd	26,5	826	30,84	17,2
	C7	Aw	SN	LVd	35	856	29,85	16,64
	C8	Aw	Sa	Cxbd	56,7	916,7	30,1	17,9
	C9	Aw	C	Cxbd	50	937,9	31,25	20,35

Classificação do clima de acordo com Sá Júnior (2009). Classificação da vegetação de acordo com IBGE (2004). Classificação de solos de acordo com Minas Gerais (2010).

Em todas as regiões amostradas no bioma Mata Atlântica, o tipo de vegetação predominante é floresta estacional semidecidual com vegetação secundária e atividades agrárias.

As regiões M1 e M2 são regiões do Vale do Rio Doce, de baixa altitude, com temperaturas máxima e mínima semelhantes, mas com climas e solos distintos. Na região M1 o clima é temperado úmido com inverno seco e verão quente (Cwa). O solo predominante é o latossolo amarelo distrófico (LAd), caracterizado por ser profundo ou muito profundo, de baixa fertilidade e compactados em perfis mais profundos, com teor de argila médio de 52% (TABELA 2). Já na região M2, o clima é tropical de Savana com estação de inverno geralmente muito seca (Aw). O solo predominante é argissolo vermelho distrófico (PVd), solos profundos e porosos de baixa fertilidade, com teor de argila médio de 35% (TABELA 2).

As regiões M3 e M4, também localizadas no Vale do Rio Doce, são de grande altitude quando comparadas à M1 e M2. A região M3 localiza-se próxima ao município de Nova Era, enquanto a M4 próxima à Guanhães. O solo predominante nas regiões M3 e M4 é latossolo vermelho amarelo distrófico (LVAd), que ocorre em ambientes bem drenados. São profundos e têm baixa fertilidade. O teor de argila médio, a altitude e a temperatura máxima nestas duas regiões são similares, mas a região M4 apresenta uma temperatura mínima inferior, com um clima temperado úmido com inverno seco e verão quente (Cwa), enquanto em M3 o clima é temperado úmido com inverno seco e verão moderadamente quente (Cwb) (TABELA 2).

No Cerrado, as regiões C1, C2, C3, C4, C5, C6 e C8 se localizam no Vale do Rio São Francisco. A região C7, no Vale do Jequitinhonha, e C9 no Vale do Rio Pardo. O clima predominante é tropical de Savana com estação geralmente muito seca de inverno (Aw), apenas em C4 o clima é temperado úmido com inverno seco e verão quente (Cwa) (TABELA 2). As regiões C1, C2 e C3 são de baixa altitude no bioma Cerrado. Na região C1, próxima ao município de João Pinheiro, a vegetação predominante é Savana (ou cerrado), com atividades agrárias, o solo é latossolo vermelho amarelo distrófico (LVAd), que ocorre em ambientes bem drenados. São profundos e têm baixa fertilidade, com um teor médio de argila de 5% nas parcelas amostradas.

Nas regiões C2, próxima à Pompeu e C3, próxima à Curvelo, a vegetação predominante é Savana do tipo gramíneo-lenhosa ou campo limpo de cerrado. Na C2, o solo é neossolo litólico distrófico (RLd), que são muito rasos, geralmente não mais que 50 cm, de baixa fertilidade e sem argila nas parcelas amostradas (TABELA 2). Em C3 o solo é cambissolo háplico Tb distrófico (Cxbd), que são pouco profundos e de baixa fertilidade com um teor médio de argila de 19% nas parcelas amostradas (TABELA 2). Já as regiões C4, próxima à Paraopeba, C5, próxima à Três Marias, C6, próxima à Corinto, C7, próxima ao

município de Bocaiúva, C8, próxima à Montes Claros e C9, próxima à Rio Pardo de Minas, apresentam maior altitude, superiores a 700 metros.

A região C4 apresenta uma vegetação semelhante a C1, possui latossolo vermelho distrófico (LVd), que são profundos e porosos com baixa fertilidade e sem argila nas parcelas amostradas. Na região C5, a vegetação e o solo são os mesmos da C3, porém com um menor teor de argila e maior altitude. A região C6 tem o mesmo tipo de vegetação e de solo da região C2, mas apresenta maior teor de argila e altitude. Já a região C7 é uma área de contato entre tipos de vegetação, ou área de tensão ecológica, entre Savana e floresta estacional. O solo é o mesmo da região C4, porém com maior teor de argila.

A região C8 apresenta uma vegetação do tipo Savana arborizada, também chamada de Campo cerrado ou Cerrado propriamente dito. O solo é o mesmo da região C5, porém com maior teor de argila nas parcelas amostradas (TABELA 2). Por fim, a região C9, que apresenta a maior altitude entre todas as regiões amostradas. O solo é o mesmo da região C8, mas possui uma vegetação do tipo Floresta estacional decidual (Floresta tropical caducifólia), com vegetação secundária e atividades agrárias.

3.2 Coleta de formigas cortadeiras

A coleta de formigas cortadeiras foi feita instalando-se parcelas de 40 x 40 metros, alocadas totalmente dentro de talhões de eucalipto com idades entre três e sete anos. Dentro de cada parcela, foram identificados todos os ninhos de formigas dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, e nestes foram efetuadas as coletas de cinco formigas para identificação da espécie e a coleta do ponto geográfico com GPS. As formigas coletadas foram acondicionadas em pequenos frascos, devidamente etiquetados, contendo álcool 70%, em seguida foram transportadas para o Laboratório de Mirmecologia do Centro de Pesquisas do Cacau –

CEPEC/CEPLAC em Ilhéus - BA para triagem, montagem, identificação e também onde estão depositadas como material de referência.

O teor de argila do solo foi obtido dos registros de análise de solo feitos em cada talhão de cada fazenda pelos proprietários, e os dados meteorológicos foram as médias mensais dos últimos 18 anos obtidas das estações meteorológicas mais próximas dos locais das coletas.

3.3 Análise de dados

Foram calculados a distribuição espacial, densidade e frequência de cada espécie por bioma e regiões. A distribuição foi calculada pela Razão variância/média, Índice de Morisita e Coeficiente de Green conforme Davis (1993), cujas fórmulas são:

Razão variância/media (I), dada por:

$$I = \frac{S^2}{\bar{x}}$$

Em que: S^2 = variância amostral; \bar{x} = 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:

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

Em que: I = valor do índice de dispersão I ; n = número total de unidades amostrais, rejeitando-se a aleatoriedade se: $\chi^2 > \chi^2(N-1, \alpha)$.

Índice de Morisita ($I\delta$), dado por:

$$I\delta = N * \frac{[\sum X^2 - \sum X]}{(\sum X)^2 - \sum X}$$

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:

$$\chi^2 = I\delta (\Sigma x - 1) + N - \Sigma x$$

Em que: $I\delta$ = valor do índice de dispersão de Morisita; N = número total de unidades amostrais; Σx = somatório do número de formigueiros nas amostras, rejeitando-se a aleatoriedade se: $\chi^2 > \chi^2(N-1, \alpha)$.

Coefficiente de Green (Cx), dado por:

$$Cx = \frac{(S^2 - \bar{x}) - 1}{\Sigma x - 1}$$

Em que: S^2 = variância amostral; \bar{x} = média amostral; Σx = somatório do número de formigueiros nas amostras. Caso $Cx = 0$, distribuição ao acaso; $Cx > 0$, distribuição agregada; $Cx < 0$, distribuição regular. O afastamento da aleatoriedade foi testado através da expressão: $Cx_{(1-\alpha)} = \left[\frac{\chi^2_{(1-\alpha)}}{(N-1)} \right] * N * \bar{x} - 1$

Em que: $\chi^2_{(1-\alpha)}$ = valor do qui-quadrado com $n - 1$ graus de liberdade e nível α de significância; N = número total de unidades amostrais; \bar{x} = média amostral, rejeitando-se a aleatoriedade quando $Cx > Cx_{(1-\alpha)}$.

Para cálculo da densidade foi utilizada a fórmula:

$$Da = \frac{N_i}{A}$$

Em que: Da = densidade absoluta, dada em ninhos/ha; N_i = número de ninhos na amostra; A = área amostrada (ha).

Para calcular a frequência foi utilizada a seguinte fórmula:

$$F_{ai} = \left(\frac{U_i}{U_t} \right) * 100$$

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 verificar se existe diferença entre a riqueza de espécies entre os biomas e as regiões estudadas, foi feita uma análise de variância utilizando-se modelos lineares não generalizados (GLMs), adotando-se a distribuição de erros de Poisson (CRAWLEY, 2005). Posteriormente realizou-se a junção dos termos qualitativos não significativos através da análise de contrastes de modelos, para verificar a verossimilhança entre biomas e regiões a partir do modelo completo, utilizando-se o programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2010).

Para testar o efeito das variáveis ambientais: teor de argila do solo (%), altitude (m), temperatura máxima (°C) e temperatura mínima (°C) sobre a probabilidade de ocorrência de formigas cortadeiras, foram construídas regressões lineares múltiplas com o uso de modelos lineares generalizados (GLMs), adotando-se a distribuição de erros Binomial (CRAWLEY, 2005). Foram inicialmente ajustados modelos lineares generalizados completos para cada espécie de formiga cortadeira e posteriormente, apenas as variáveis significativas foram adotadas no modelo final, quando significativo, se comparado ao modelo nulo ($p < 0,05$). A escolha do melhor modelo foi feita pela técnica de *stepwise*, utilizando o critério de Akaike (AIC), para selecionar as variáveis significativas no modelo final (AKAIKE, 1983). As análises estatísticas foram realizadas com o programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2010).

4 RESULTADOS

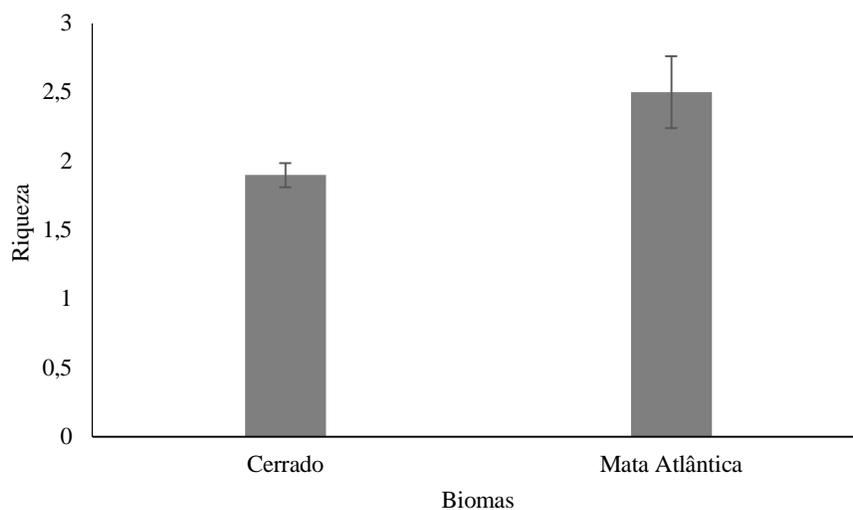
Nos dois biomas amostrados foram encontrados 1.104 ninhos de 10 espécies, três subespécies e um grupo não identificado em nível de espécie, denominado *Atta* spp. A identificação das espécies deste grupo do gênero *Atta* não foi possível, pois não possuíam soldados e por este motivo não foi considerada nas análises. Para o gênero *Atta* foram encontradas três espécies: *Atta sexdens*, *Atta laevigata* e *Atta capiguara* e o grupo composto por *Atta* spp. Para o gênero *Acromyrmex* foram encontradas sete espécies e três subespécies: *Acromyrmex aspersus*, *Acromyrmex balzani*, *Acromyrmex landolti*, *Acromyrmex coronatus*, *Acromyrmex niger*, *Acromyrmex rugosus*, *Acromyrmex subterraneus brunneus*, *Acromyrmex subterraneus molestans* e *Acromyrmex subterraneus subterraneus*.

Acromyrmex aspersus, *Acromyrmex balzani* e *Acromyrmex niger* só foram encontradas no bioma Mata Atlântica e *Acromyrmex landolti*, *Atta capiguara* e *Atta* spp. só foram encontradas no bioma Cerrado.

No bioma Mata Atlântica, foram encontradas dez espécies de formigas cortadeiras e no Cerrado, nove. As regiões com maior riqueza foram C1 e M1, com oito espécies cada. Já as regiões com menor riqueza foram C2, C3, C4 e C5 com três espécies e M4, com quatro espécies.

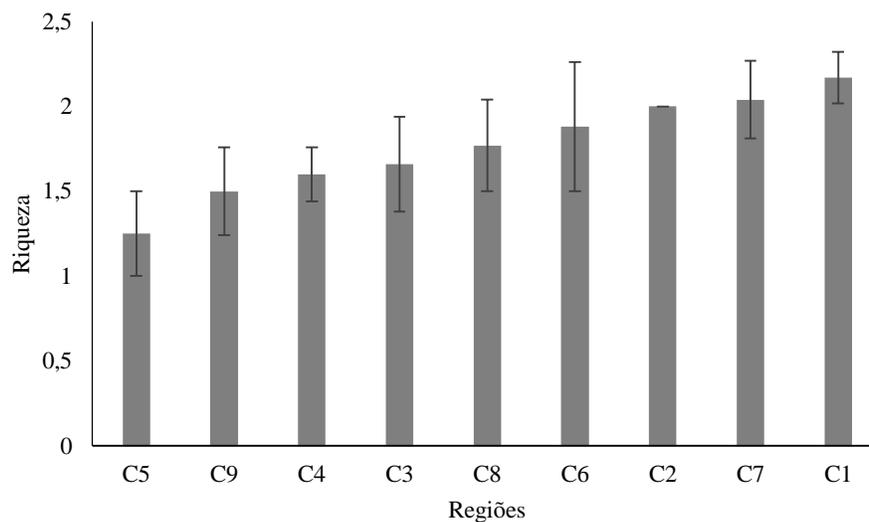
O número médio de espécies encontradas no bioma Mata Atlântica foi de 2,5 espécies, enquanto no Cerrado foi de 1,9 espécies (GRÁFICO 1). Estes valores foram significativamente diferentes ($\chi^2 = 5,4486$, $p < 0,05$). Entre as regiões do Cerrado não houve diferença significativa entre o número de espécies nas regiões ($\chi^2 = 5,3922$, $p = 0,7149$) (GRÁFICO 2). Entre as regiões do bioma Mata Atlântica, houve diferença significativa entre a região M1 e as demais ($\chi^2 = 13,813$, $p < 0,01$), que não diferiram entre si ($\chi^2 = -2,7384$, $p = 0,0979$) (GRÁFICO 3).

Gráfico 1 - Riqueza média observada de espécies encontradas em eucaliptais nos biomas Mata Atlântica e Cerrado em Minas Gerais.



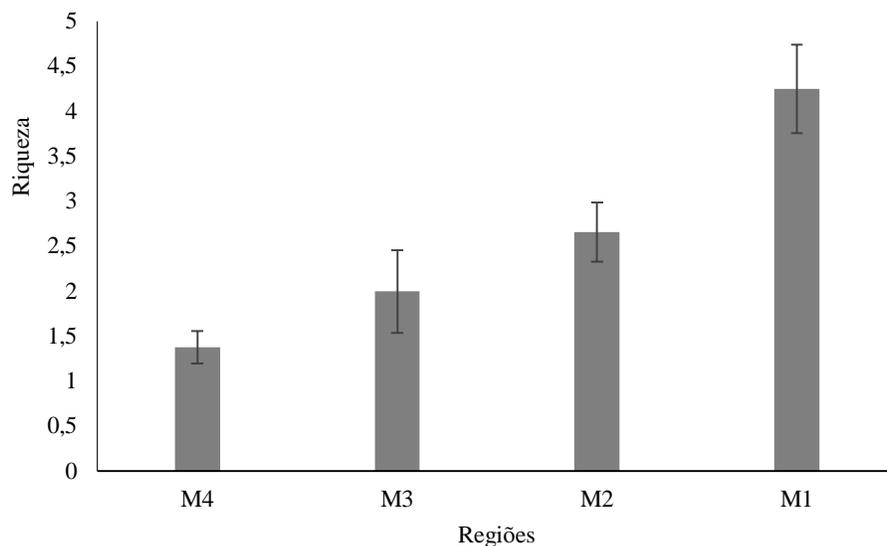
Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Gráfico 2 - Riqueza média observada de espécies encontradas em eucaliptais nas regiões do bioma Cerrado em Minas Gerais.



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Gráfico 3 - Riqueza média observada de espécies encontradas em eucaliptais nas regiões do bioma Mata Atlântica em Minas Gerais.



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

4.1 Densidade populacional de ninhos de formigas cortadeiras

Acromyrmex niger apresentou a maior densidade populacional média entre todas as formigas cortadeiras amostradas, independente do bioma (TABELA 3). A segunda maior densidade populacional encontrada foi de *Acromyrmex subterraneus molestans*, e a terceira foi *Atta sexdens* (TABELA 3). No Cerrado, as maiores densidades populacionais foram de *Atta sexdens* e *Atta laevigata*, mas estes valores não diferiram significativamente dos encontrados na Mata Atlântica (TABELA 3). A única formiga cortadeira que ocorreu nos dois biomas e apresentou densidade populacional significativamente diferente entre eles foi *Acromyrmex subterraneus molestans* (TABELA 3).

Tabela 3 - Densidade populacional média das espécies nos dois biomas amostrados.

Espécie	DP média (ninhas/ha) \pm erro padrão		F	p
	Mata Atlântica	Cerrado		
<i>Acromyrmex aspersus</i>	0,20 \pm 0,17	-		
<i>Acromyrmex balzani</i>	0,35 \pm 0,30	-		
<i>Acromyrmex niger</i>	32,51 \pm 26,48	-		
<i>Acromyrmex landolti</i>	-	0,20 \pm 0,11		
<i>Acromyrmex coronatus</i>	0,02 \pm 0,02	0,03 \pm 0,03	1,45	0,254
<i>Acromyrmex rugosus</i>	0,76 \pm 0,31	1,45 \pm 0,6	0,53	0,48
<i>Acromyrmex subterraneus brunneus</i>	0,39 \pm 0,22	3,44 \pm 1,72	1,32	0,274
<i>Acromyrmex subterraneus molestans</i>	22,89 \pm 6,63	2,11 \pm 0,8	22,89	<0,001
<i>Acromyrmex subterraneus subterraneus</i>	6,25 \pm 5,99	0,11 \pm 0,08	2,66	0,131
<i>Atta capiguara</i>	-	0,24 \pm 0,19		
<i>Atta laevigata</i>	3,06 \pm 1,87	5,21 \pm 1,22	0,938	0,354
<i>Atta sexdens</i>	14,65 \pm 7,98	8,81 \pm 2,12	0,95	0,351

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Quando consideramos o efeito das regiões da Mata Atlântica sobre a densidade populacional das formigas cortadeiras, apenas *Acromyrmex niger*, *Acromyrmex subterraneus subterraneus*, *Atta laevigata* e *Atta sexdens* apresentaram diferença significativa entre as regiões (TABELA 4). As densidades populacionais das demais não diferiram significativamente, sendo possível então, considerar o valor médio de densidade apresentado na Tabela 3. Dentre os taxa que não apresentaram diferença significativa entre as regiões, apenas *Acromyrmex subterraneus molestans* ocorreu com elevada densidade populacional, mas nos demais este valor não passou de um ninho/ha (TABELA 3).

Tabela 4 - Densidade populacional das espécies nas regiões amostradas do bioma Mata Atlântica em Minas Gerais.

Espécies	Densidade populacional (ninhos/ha)					p
	M1	M2	M3	M4	F	
<i>Acromyrmex aspersus</i>	-	-	0,78b	-	-	-
<i>Acromyrmex balzani</i>	-	1,38b	-	-	-	-
<i>Acromyrmex coronatus</i>	0,78b	-	-	-	-	-
<i>Acromyrmex niger</i>	124,22Aa	3,47Bb	1,56Bb	0,78Bb	17,9469	<0,0001
<i>Acromyrmex rugosus</i>	1,56Ab	0,69Ab	-	0,78Ab	0,7179	0,5525
<i>Acromyrmex subterraneus brunneus</i>	0,78Ab	-	0,78Ab	-	0,667	0,5828
<i>Acromyrmex subterraneus molestans</i>	20,31Ab	42,36Aa	14,84Aa	14,06Aa	2,7239	0,062
<i>Acromyrmex subterraneus subterraneus</i>	24,2Ab	-	0,78Bb	-	15,3240	<0,0001
<i>Atta laevigata</i>	3,125Bb	8,33Ab	0,78Bb	-	4,2928	<0,05
<i>Atta sexdens</i>	13,28Bb	37,5Aa	6,25Bb	1,56Bb	10,3660	<0,001
F	15,3202	8,0214	4,7117	7,4497		
p	< 0,001	< 0,0001	< 0,001	< 0,0001		

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Acromyrmex niger e *Acromyrmex subterraneus subterraneus* apresentaram maior densidade populacional na região M1, estatisticamente diferente das outras regiões onde ocorrem. *Atta sexdens* e *Atta laevigata* apresentaram maior densidade populacional na região M2, sendo significativamente diferente das outras regiões (TABELA 4).

Na região M1, *Acromyrmex niger* apresentou a maior densidade populacional, que diferiu significativamente das outras formigas cortadeiras encontradas nessa região (TABELA 4).

Na região M2, *Acromyrmex subterraneus molestans* e *Atta sexdens* apresentaram maior densidade populacional, mas não diferiram significativamente entre si. No entanto, foram estatisticamente diferentes dos outros taxons encontrados (TABELA 4).

Nas regiões M3 e M4, a formiga cortadeira que apresentou maior densidade populacional foi *Acromyrmex subterraneus molestans*, sendo significativamente diferente das demais, em ambas as regiões (TABELA 4).

No bioma Cerrado, apenas *Acromyrmex subterraneus brunneus*, *Atta laevigata* e *Atta sexdens* apresentaram diferença significativa de suas densidades populacionais entre as regiões amostradas (TABELA 5). Para os demais taxa, assim como ocorreu na Mata Atlântica, os valores médios de densidade populacional poderão ser considerados (TABELA 3).

Acromyrmex subterraneus brunneus apresentou maior densidade populacional nas regiões C2 e C4, que não diferiram significativamente entre si, mas foram diferentes das outras regiões (TABELA 5).

Atta laevigata apresentou suas maiores densidades populacionais nas regiões C2 e C8, sendo estatisticamente iguais entre si, mas diferentes das demais (TABELA 5).

Para *Atta sexdens*, as maiores densidades populacionais foram encontradas nas regiões C1 C2, C4, C5 e C9, não sendo significativamente diferentes entre si (TABELA 5).

Tabela 5 - Densidade populacional das espécies de formigas cortadeiras nas regiões do bioma Cerrado em Minas Gerais.

Espécies	Densidade (ninhos/ha)										F	p
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9			
<i>Acromyrmex landolti</i>	0,31Ab	-	-	-	-	0,69Ab	-	-	0,78Ab	0,4283	0,9022	
<i>Acromyrmex coronatus</i>	0,31Ab	-	-	-	-	-	-	-	-			
<i>Acromyrmex rugosus</i>	2,96Ab	-	-	-	-	4,16Aa	3,84Aab	2,08Ab	-	1,3167	0,2406	
<i>Acromyrmex subterraneus brunneus</i>	1,56Ab	10,93Ba	2,08Ac	13,75Ba	-	-	1,92Ab	0,69Ab	-	7,4792	<0,001	
<i>Acromyrmex subterraneus molestans</i>	6,56Aa	-	-	-	4,68Aa	0,69Ab	4,08Aa	1,38Ab	1,56Ab	2,0231	0,0574	
<i>Acromyrmex subterraneus subterraneus</i>	-	-	-	-	-	-	0,24Ab	-	0,78Ab	0,5640	0,8066	
<i>Atta capiguara</i>	0,46Ab	-	-	-	-	-	1,73Ab	-	-	1,5834	0,1359	
<i>Atta laevigata</i>	6,09Aa	10,93Ba	3,47Aa	0,65Ab	2,34Aa	5,55Aa	3,6Aab	11,11Ba	3,12Ab	2,9621	< 0,05	
<i>Atta sexdens</i>	7,34Aa	23,43Aa	4,86Ba	7,5Aa	7,03Aa	4,86Ba	6,0Ba	3,47Bb	14,84Aa	2,6459	< 0,05	
F	9,3851	3,0146	10,0385	12,4451	2,4440	4,5604	5,4474	7,0809	3,3356			
P	< 0,0001	< 0,05	< 0,0001	< 0,0001	0,0552	< 0,001	< 0,001	< 0,0001	< 0,01			

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Na região C1, *Acromyrmex subterraneus molestans*, *Atta laevigata* e *Atta sexdens* apresentaram as maiores densidades populacionais, sendo estatisticamente iguais entre si, mas diferentes dos outros taxa (TABELA 5).

Acromyrmex subterraneus brunneus, *Atta laevigata* e *Atta sexdens* foram as únicas formigas cortadeiras encontradas nas regiões C2, C3 e C4. Suas densidades populacionais não diferiram significativamente na região C2. Na região C3 *Atta laevigata* e *Atta sexdens* foram estatisticamente iguais entre si, mas diferentes de *Acromyrmex subterraneus brunneus*. E na região C4, *Atta sexdens* foi igual a *Acromyrmex subterraneus brunneus*, mas foram diferentes de *Atta laevigata* (TABELA 5).

Na região C5, não houve diferença significativa na densidade populacional das formigas cortadeiras, mas em C6, *Acromyrmex rugosus*, *Atta laevigata* e *Atta sexdens* foram as mais abundantes e diferiram estatisticamente das demais (TABELA 5).

Na região C7, *Atta sexdens*, *Atta laevigata*, *Acromyrmex subterraneus molestans* e *Acromyrmex rugosus* apresentaram os maiores valores de densidade populacional, não sendo estatisticamente diferentes entre si. No entanto, a abundância de *Atta laevigata* e *Acromyrmex rugosus* também não diferiu estatisticamente dos demais taxa, que ocorreram em baixas densidades (TABELA 5).

Atta laevigata apresentou a maior densidade populacional da região C8, sendo significativamente diferente dos demais taxa e, na região C9, *Atta sexdens* apresentou maior valor de densidade populacional, sendo seu valor estatisticamente diferente dos demais (TABELA 5).

4.2 Frequência

Acromyrmex subterraneus molestans foi a espécie mais frequente, seguida de *Atta sexdens*, ambas no bioma Mata Atlântica. No Cerrado, a maior

frequência média é de *Atta sexdens*, seguida de *Atta laevigata* (TABELA 6). Assim como na avaliação da densidade populacional, a única formiga cortadeira que ocorreu nos dois biomas e apresentou diferença significativa entre as frequências foi *Acromyrmex subterraneus molestans* (TABELA 6).

Tabela 6 - Frequência média das formigas cortadeiras que ocorreram nos dois biomas amostrados.

Espécie	Frequência média \pm erro padrão		F	p
	Mata Atlântica	Cerrado		
<i>Acromyrmex aspersus</i>	3,13 \pm 2,7	-	-	-
<i>Acromyrmex balzani</i>	2,78 \pm 2,41	-	-	-
<i>Acromyrmex niger</i>	37,15 \pm 18,34	-	-	-
<i>Acromyrmex landolti</i>	-	2,90 \pm 1,70	-	-
<i>Acromyrmex coronatus</i>	3,13 \pm 3,12	0,55 \pm 0,55	1,443	0,255
<i>Acromyrmex rugosus</i>	12,15 \pm 5,11	13,77 \pm 6,66	0,107	0,794
<i>Acromyrmex subterraneus brunneus</i>	6,25 \pm 3,6	21,79 \pm 9,39	1,13	0,311
<i>Acromyrmex subterraneus molestans</i>	84,37 \pm 7,86	19,64 \pm 5,84	39,84	<0,001
<i>Acromyrmex subterraneus subterraneus</i>	25 \pm 21,04	1,81 \pm 1,4	3,002	0,111
<i>Atta capiguara</i>	-	2,97 \pm 2,19	-	-
<i>Atta laevigata</i>	23,26 \pm 11,91	52,42 \pm 8,38	3,83	0,076
<i>Atta sexdens</i>	65,97 \pm 14,94	60,74 \pm 6,29	0,151	0,705

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Acromyrmex niger, *Acromyrmex subterraneus subterraneus*, *Atta laevigata* e *Atta sexdens* apresentam diferenças significativas entre as regiões amostradas na Mata Atlântica (TABELA 7). Para as demais, as diferenças não foram significativas, sendo possível considerar as médias apresentadas na Tabela 6.

Tabela 7 - Frequência das espécies de formigas cortadeiras nas regiões amostradas do bioma Mata Atlântica em Minas Gerais.

Espécies	Frequência (%)					p
	M1	M2	M3	M4	F	
<i>Acromyrmex aspersus</i>	-	-	12,50a	-	-	-
<i>Acromyrmex balzani</i>	-	11,11b	-	-	-	-
<i>Acromyrmex coronatus</i>	12,50Ab	-	-	-	-	-
<i>Acromyrmex niger</i>	100,00Aa	11,11Bb	25,00Bb	12,50Bb	17,9469	<0,001
<i>Acromyrmex rugosus</i>	25,00Ab	11,11Ab	-	12,50Ab	0,7179	0,5525
<i>Acromyrmex subterraneus brunneus</i>	12,50Ab	-	12,50Ab	-	0,667	0,5828
<i>Acromyrmex subterraneus molestans</i>	87,50Aa	100,00Aa	62,50Aa	87,50Aa	2,7239	0,0622
<i>Acromyrmex subterraneus subterraneus</i>	87,50Aa	-	12,50Bb	-	15,3240	<0,0001
<i>Atta laevigata</i>	25,00Bb	55,56Aa	12,50Bb	-	4,1625	<0,05
<i>Atta sexdens</i>	87,50Aa	88,89Aa	62,50Ba	25,00Bb	10,3660	<0,001
F	12,9849	14,6331	3,6000	7,4497		
P	<0,001	<0,0001	<0,01	<0,0001		

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si.

Acromyrmex niger e *Acromyrmex subterraneus subterraneus* ocorreram com maior frequência na região M1, sendo estes valores significativamente diferentes dos encontrados nas outras regiões (TABELA 7). Para *Atta laevigata* e *Atta sexdens*, as maiores frequências foram encontradas na região M2. Os valores foram significativamente diferentes de todas as outras regiões para *Atta laevigata*, mas para *Atta sexdens* as regiões M1 e M2 foram iguais (TABELA 7).

Na região M1, as maiores frequências foram de *Acromyrmex niger*, seguida de *Acromyrmex subterraneus molestans*, *Acromyrmex subterraneus subterraneus* e *Atta sexdens* que não diferiram significativamente entre si, mas foram diferentes das outras que apresentaram valores menores (TABELA 7).

Na região M2, as maiores frequências foram de *Acromyrmex subterraneus molestans*, *Atta sexdens* e *Atta laevigata*, e não foram significativamente diferentes entre si (TABELA 7).

Acromyrmex subterraneus molestans e *Atta sexdens* foram os taxa mais frequentes na região M3, sendo significativamente diferentes dos demais nessa região (TABELA 7).

Na região M4, apenas *Acromyrmex subterraneus molestans* apresentou uma elevada frequência, que foi significativamente diferente das demais formigas cortadeiras (TABELA 7).

No Cerrado, apenas *Acromyrmex subterraneus brunneus* e *Atta laevigata* apresentaram frequências significativamente diferentes entre as regiões amostradas (TABELA 8).

A maior frequência de *Acromyrmex subterraneus brunneus* ocorreu na região C4, que não foi significativamente diferente das regiões C3 e C2, mas diferiu das outras regiões. Já os valores de frequência encontrados nas regiões C1, C2, C3, C7 e C8, não foram estatisticamente diferentes entre si (TABELA 8).

Atta laevigata ocorreu com maior frequência na região C8, que diferiu estatisticamente apenas da região C4, onde apresentou seu menor índice. Nas demais regiões não apresentou diferença significativa entre suas frequências (TABELA 8).

Na região C1, os taxa mais frequentes foram *Atta sexdens*, *Atta laevigata* e *Acromyrmex subterraneus molestans*, que não apresentaram diferença significativa entre suas frequências, mas diferiram dos demais, que ocorreram com baixa frequência (TABELA 7).

Nas regiões C2 e C3, ocorreram apenas três taxas, sendo que *Atta sexdens* e *Atta laevigata* foram as mais frequentes em ambas as regiões, diferindo estatisticamente de *Acromyrmex subterraneus brunneus* (TABELA 8).

Acromyrmex subterraneus brunneus foi a mais frequente na região C4, seguida de *Atta sexdens* e ambas diferiram significativamente de *Atta laevigata* (TABELA 8).

Na região C5, foram encontrados três taxa, *Acromyrmex subterraneus molestans*, *Atta laevigata* e *Atta sexdens*, mas suas frequências não foram significativamente diferentes (TABELA 8).

Tabela 8 - Frequência de formigas cortadeiras nas regiões amostradas do bioma Cerrado em Minas Gerais.

Espécies	Frequência (%)										F	p
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9			
<i>Acromyrmex landolti</i>	2,50Ac					11,11Ab			1,25Ab		0,9778	0,5423
<i>Acromyrmex coronatus</i>	5,00Ac											
<i>Acromyrmex rugosus</i>	30,00Ab					33,33Aab	38,46Aab	22,22Ab			2,0121	0,532
<i>Acromyrmex subterraneus brunneus</i>	17,50Bb	25,00ABb	33,33ABb	90,00Aa			19,23Bb	11,11Bb			6,1078	<0,01
<i>Acromyrmex subterraneus molestans</i>	42,50Aa				37,50Aa	11,11Ab	38,46Aab	22,22Ab	25,00Ab		2,2572	0,0536
<i>Acromyrmex subterraneus subterraneus</i>							3,84Abc		12,50Ab		0,5061	0,8502
<i>Atta capiguara</i>	7,50Ac						19,23Ab				1,3934	0,2062
<i>Atta laevigata</i>	55,00ACa	75,00Aa	55,55Aca	10,00Bb	37,50Aa	77,77Aca	34,61ACa	88,88Aa	37,50ACab		2,6992	<0,01
<i>Atta sexdens</i>	57,50Aa	100,00Aa	77,77Ab	60,00Aa	50,00Aa	55,55Aa	50,00Aa	33,33Ab	62,50Aa		0,9230	0,5011
F	14,8699	10,6250	10,0385	21,5193	3,9185	7,0000	6,0576	7,7742	3,3750			
P	< 0,001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,001	< 0,01	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,01			

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey.

Atta laevigata, *Atta sexdens* e *Acromyrmex rugosus* ocorreram com maior frequência na região C6, não diferindo estatisticamente entre si. Entretanto, *Acromyrmex rugosus* não apresentou diferença significativa dos outros taxa que ocorreram com menor frequência (TABELA 8).

Na região C7 não houve diferença significativa entre os taxa que apresentaram as maiores frequências, sendo *Atta sexdens*, seguida de *Atta laevigata*, *Acromyrmex subterraneus molestans* e *Acromyrmex rugosus*. Porém as frequências de *Acromyrmex rugosus* e *Acromyrmex subterraneus molestans*, não diferiram significativamente das outras formigas cortadeiras que apresentaram menores valores d ocorrência (TABELA 8).

Atta laevigata apresentou a maior frequência da região C8, que foi significativamente diferente dos demais taxa (TABELA 8).

Por fim, em C9, *Atta sexdens* e *Atta laevigata* foram as mais frequentes nesta região, e suas frequências foram estatisticamente diferentes das encontradas para os outros taxa (TABELA 8).

4.3 Distribuição espacial

A distribuição espacial predominante entre as espécies de formigas cortadeiras encontradas em eucaliptais no bioma Mata Atlântica foi agregada, uma vez que foi identificada esse tipo de distribuição em seis das dez espécies encontradas. Apenas *Acromyrmex rugosus* e *Acromyrmex subterraneus brunneus* apresentaram distribuição regular (TABELA 9). Através do índice de Morisita e do Coeficiente de Green não foi possível calcular a distribuição de *Acromyrmex aspersus* e *Acromyrmex coronatus*, pois apenas um formigueiro de cada espécie foi encontrado nesse bioma. Desta forma, os resultados foram inconclusivos para essas duas espécies (TABELA 9).

Tabela 9 - Distribuição espacial de espécies de formigas cortadeiras em eucaliptais nos biomas Mata Atlântica e Cerrado, em Minas Gerais, utilizando a Razão variância/média (I), Coeficiente de Green (Cx) e Índice de Morisita (I_{δ}).

(Continua)

Espécie	Índice	Mata Atlântica	Cerrado
<i>Acromyrmex aspersus</i>	I	1 (Ac)	
	Cx	(In)	
	I_{\square}	(In)	
	Conclusão	In	
<i>Acromyrmex balzani</i>	I	2 (Ag)	
	Cx	-0,94 (Re)	
	I_{\square}	33 (Ag)	
	Conclusão	Ag	
<i>Acromyrmex coronatus</i>	I	1 (Ac)	0,99 (Re)
	Cx	(In)	-1 (Re)
	I_{\square}	(In)	0 (Re)
	Conclusão	In	Re
<i>Acromyrmex landolti</i>	I		1,48 (Ag)
	Cx		-0,3 (Re)
	I_{\square}		21,67 (Ag)
	Conclusão		Ag
<i>Acromyrmex niger</i>	I	21,97 (Ag)	
	Cx	106,12 (Ag)	
	I_{\square}	5,1 (Ag)	
	Conclusão	Ag	
<i>Acromyrmex rugosus</i>	I	0,91 (Re)	2,1 (Ag)
	Cx	-0,34 (Re)	0,3 (Ag)
	I_{\square}	0 (Re)	4,26 (Ag)
	Conclusão	Re	Ag
<i>Acromyrmex s. brunneus</i>	I	0,97 (Re)	2,7 (Ag)
	Cx	-1 (Re)	0,6 (Ag)
	I_{\square}	0 (Re)	5,4 (Ag)
	Conclusão	Re	Ag
<i>Acromyrmex s. molestans</i>	I	5,49 (Ag)	3,4 (Ag)
	Cx	16,86 (Ag)	1,1 (Ag)
	I_{\square}	2,17 (Ag)	4,8 (Ag)
	Conclusão	Ag	Ag
<i>Acromyrmex s. subterraneus</i>	I	4,61 (Ag)	0,9 (Re)
	Cx	3,47 (Ag)	-1 (Re)
	I_{\square}	0,14 (Re)	0 (Re)
	Conclusão	Ag	Re

Tabela 9 - Distribuição espacial de espécies de formigas cortadeiras em eucaliptais nos biomas Mata Atlântica e Cerrado, em Minas Gerais, utilizando a Razão variância/média (I), Coeficiente de Green (Cx) e Índice de Morisita (I_{δ}).

(Conclusão)

Espécie	Índice	Mata Atlântica	Cerrado
<i>Atta capiguara</i>	I		0,9 (Re)
	Cx		-0,1 (Re)
	I_{\square}		0 (Re)
	Conclusão		Re
<i>Atta laevigata</i>	I	2,2 (Ag)	1,4 (Ag)
	Cx	0,55 (Ag)	0,3 (Ag)
	I_{\square}	0,21 (Re)	1,6 (Ag)
	Conclusão	Ag	Ag
<i>Atta sexdens</i>	I	4,76 (Ag)	2,2 (Ag)
	Cx	9,23 (Ag)	1,4 (Ag)
	I_{\square}	0,1 (Re)	1,9 (Ag)
	Conclusão	Ag	Ag

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

* In = inconclusivo, Ag = agregada, Re = regular, Ac = ao acaso.

Assim como no bioma Mata Atlântica, a distribuição espacial predominante no Cerrado foi agregada. Das nove espécies encontradas, sete apresentaram essa distribuição e em apenas três foi regular (TABELA 9).

Acromyrmex coronatus, cujo resultado foi inconclusivo no bioma Mata Atlântica, apresentou distribuição regular no Cerrado. *Acromyrmex rugosus* e *Acromyrmex subterraneus brunneus*, que apresentaram distribuição regular no bioma Mata Atlântica, tiveram uma distribuição agregada no cerrado. *Acromyrmex subterraneus subterraneus*, que possui distribuição agregada no bioma Mata Atlântica, apresentou distribuição regular no Cerrado (TABELA 9).

Nas regiões M1 e M2 a maioria das espécies apresentou distribuição agregada, exceto por *Atta sexdens* e *Acromyrmex rugosus* que apresentaram distribuição regular e *Acromyrmex coronatus*, *Acromyrmex rugosus* e *Acromyrmex subterraneus brunneus* cujo resultado foi inconclusivo (TABELA

10). Na região M3, para a maioria das espécies, o resultado foi inconclusivo. *Acromyrmex subterraneus molestans* e *Atta sexdens* apresentaram distribuição agregada e *Acromyrmex niger* apresentou distribuição regular (TABELA 10).

Na região M4, *Acromyrmex subterraneus molestans* apresentou distribuição agregada, *Atta sexdens* regular e para *Acromyrmex niger* e *Acromyrmex rugosus*, os resultados foram inconclusivos (TABELA 10).

Tabela 10 - Distribuição espacial das espécies de formigas cortadeiras amostradas nas regiões de Mata Atlântica, utilizando o Índice de Morisita (I_{δ}), Razão variância/média (I) e Coeficiente de Green (Cx).

(Continua)

Espécie	Índice	M1	M2	M3	M4
<i>Acromyrmex aspersus</i>	I			1 (Ac)	
	Cx			(In)	
	I_{\square}			(In)	
	Conclusão			In	
<i>Acromyrmex balzani</i>	I		2 (Ag)		
	Cx		-0,7 (R)		
	I_{\square}		9(Ag)		
	Conclusão		Ag		
<i>Acromyrmex coronatus</i>	I	1 (Ac)			
	Cx	(In)			
	I_{\square}	(In)			
	Conclusão	In			
<i>Acromyrmex niger</i>	I	8,7 (Ag)	5 (Ag)	0,8 (Re)	1 (Ac)
	Cx	153,6 (Ag)	1,9 (Ag)	-1,1 (Re)	(In)
	I_{\square}	1,3 (Ag)	9 (Ag)	0 (Re)	(In)
	Conclusão	Ag	Ag	Re	In
<i>Acromyrmex rugosus</i>	I	0,8 (Re)	1 (Ac)		1 (Ac)
	Cx	-1,1 (Re)	(In)		(In)
	I_{\square}	0 (Re)	(In)		(In)
	Conclusão	Re	In		In
<i>Acromyrmex subterraneus brunneus</i>	I	1 (Ac)		1 (Ac)	
	Cx	(In)		(In)	
	I_{\square}	(In)		(In)	
	Conclusão	In		In	

Tabela 10 - Distribuição espacial das espécies de formigas cortadeiras amostradas nas regiões de Mata Atlântica, utilizando o Índice de Morisita (I_{δ}), Razão variância/média (I) e Coeficiente de Green (Cx).

(Conclusão)

Espécie	Índice	M1	M2	M3	M4
<i>Acromyrmex subterraneus molestans</i>	I	3,1 (Ag)	7,1 (Ag)	3,2 (Ag)	2,1 (Ag)
	Cx	6,6 (Ag)	41,4 (Ag)	5,2 (Ag)	2,4 (Ag)
	I_{\square}	1,5 (Ag)	1,7 (Ag)	1,8 (Ag)	1,4 (Ag)
	Conclusão	Ag	Ag	Ag	Ag
<i>Acromyrmex subterraneus subterraneus</i>	I	1,9 (Ag)		1 (Ac)	
	Cx	3,6 (Ag)		(In)	
	I_{\square}	1,2 (Ag)		(In)	
	Conclusão	Ag		In	
<i>Atta laevigata</i>	I	2,2 (Ag)	1,6 (Ag)	1 (Ac)	
	Cx	0,3 (Ag)	0,8 (Ag)	(In)	
	I_{\square}	4 (Ag)	1,5 (Ag)	(In)	
	Conclusão	Ag	Ag	In	
<i>Atta sexdens</i>	I	0,7 (Re)	3,8 (Ag)	1,1 (Ag)	0,8 (Re)
	Cx	-0,6 (Re)	16,9 (Ag)	0 (Ac)	-1,1 (Re)
	I_{\square}	0,1 (Re)	1,3 (Ag)	1,1 (Ag)	0 (Re)
	Conclusão	Re	Ag	Ag	Re

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

* In = inconclusivo, Ag = agregada, Re = regular, Ac = ao acaso.

Na maioria das regiões do Cerrado, as espécies apresentaram distribuição agregada (TABELA 11). No entanto, algumas espécies apresentaram distribuição regular, como *Atta capiguara* (C1 e C7), *Atta laevigata* (C2, C3, C5, C6), *Atta sexdens* (C3, C6), *Acromyrmex subterraneus subterraneus* (C7) e *Acromyrmex subterraneus molestans* (C9).

Os resultados foram inconclusivos para algumas espécies como *Atta laevigata* (C4), *Acromyrmex landolti* (C6 e C9), *Acromyrmex subterraneus subterraneus* (C9), *Acromyrmex subterraneus brunneus* (C8) e *Acromyrmex coronatus* (C1).

Tabela 11 - Distribuição espacial das espécies de formigas cortadeiras amostradas nas regiões de Cerrado, utilizando o Índice de Morisita (I_{β}), Razão variância/média (I) e Coeficiente de Green (Cx).

(Continua)

Espécie	Índice	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
<i>Acromyrmex coronatus</i>	I	1 (Ac)								
	Cx	(In)								
	I_{\square}	(In)								
	Conclusão	In								
<i>Acromyrmex landolti</i>	I	2,0 (Ag)					0,8 (Re)			0,9 (Re)
	Cx	-0,95 (Re)					(In)			(In)
	I_{\square}	40,0 (Ag)					(In)			(In)
	Conclusão	Ag					In			In
<i>Acromyrmex rugosus</i>	I	2,4 (Ag)					1,6 (Ag)	1,4 (Ag)	4,3 (Ag)	
	Cx	0,64 (Ag)					0,2 (Ag)	0,2 (Ag)	-0,1 (Ag)	
	I_{\square}	4,2 (Ag)					2,4 (Ag)	29,4 (Ag)	16,5 (Ag)	
	Conclusão	Ag					Ag	Ag	Ag	
<i>Acromyrmex subterraneus brunneus</i>	I	1,3 (Ag)	5,25 (Ag)	0,67 (Re)	4,7 (Ag)			1,76 (Ag)	2,8 (Ag)	
	Cx	-0,01 (Re)	7,2 (Ag)	-0,6 (Re)	2,1 (Ag)			0,1 (Ag)	(In)	
	I_{\square}	2,6 (Ag)	4,0 (Ag)	0 (Re)	1,1 (Ag)			33,4 (Ag)	(In)	
	Conclusão	Ag	Ag	Ag	Ag			Ag	In	
<i>Acromyrmex subterraneus molestans</i>	I	3,5 (Ag)				2,5 (Ag)	0,8 (Re)	1,5 (Ag)	2,5 (Ag)	0,8 (Re)
	Cx	2,6 (Ag)				0,82 (Ag)	(In)	0,3 (Ag)	-0,8 (Re)	-1,1 (Re)
	I_{\square}	3,4 (Ag)				3,2 (Ag)	(In)	29,5 (Ag)	18 (Ag)	0 (Re)
	Conclusão	Ag				Ag	In	Ag	Ag	Re
<i>Acromyrmex subterraneus subterraneus</i>	I							0,9 (Re)		0,9 (Re)
	Cx							-1 (Re)		(In)
	I_{\square}							0 (Re)		(In)
	Conclusão							Re		In
<i>Atta capiguara</i>	I	0,9 (Re)						0,84 (Re)		
	Cx	-0,5 (Re)						-0,2 (Re)		
	I_{\square}	0 (Re)						32,5 (Ag)		
	Conclusão	Re						Re		

Tabela 11 - Distribuição espacial das espécies de formigas cortadeiras amostradas nas regiões de Cerrado, utilizando o Índice de Morisita (I_{β}), Razão variância/média (I) e Coeficiente de Green (Cx).

3

(Conclusão)

Espécie	Índice	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
<i>Atta laevigata</i>	I	1,5 (Ag)	0,6 (Re)	0,4 (Re)	4 (Ag)	0,7 (Re)	0,3 (Re)	1,4 (Ag)	3,5 (Ag)	1,1 (Ag)
	Cx	0,5 (Ag)	-0,7 (Re)	-0,5 (Re)	(In)	-0,5 (Re)	-0,7 (Re)	0,1 (Ag)	1,5 (Ag)	-0,2 (R)
	I_{\square}	1,5 (Ag)	0,9 (Re)	0 (Re)	(In)	0 (Re)	0,3(Re)	29,5 (Ag)	10,7 (Ag)	1,3 (Ag)
	Conclusão	Ag	Re	Re	In	Re	Re	Ag	Ag	Ag
<i>Atta sexdens</i>	I	1,6 (Ag)	1,5 (Ag)	0,2 (Re)	5,7 (Ag)	2,6 (Ag)	0,7 (Re)	1,7 (Ag)	4 (Ag)	4,8 (Ag)
	Cx	0,7 (Ag)	1,8 (Ag)	-0,7 (Re)	1,3 (Ag)	1,4 (Ag)	-0,3 (Re)	0,6 (Ag)	0,3 (Ag)	8 (Ag)
	I_{\square}	1,5 (Ag)	1,2 (Ag)	0 (Re)	1,3 (Ag)	2,4 (Ag)	0,8 (Re)	28,8 (Ag)	13 (Ag)	2,5 (Ag)
	Conclusão	Ag	Ag	Re	Ag	Ag	Re	Ag	Ag	Ag

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

* In = inconclusivo, Ag = agregada, Re = regular, Ac = ao acaso.

4.4 Influencia de variáveis ambientais sobre a probabilidade de ocorrência de formigas cortadeiras

Na Tabela 12, são apresentadas as significâncias das variáveis e os valores de AIC.

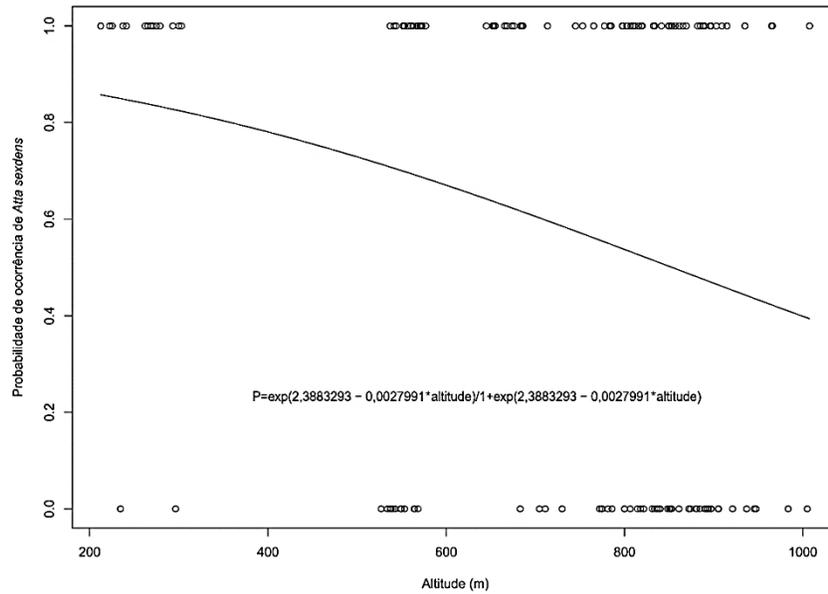
Tabela 12 - Valores de significância das variáveis ambientais.

	Valores de p					AIC
	Argila	Altitude	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Intercepto	
<i>Atta sexdens</i>	0,964	<0,001	0,531	0,942	<0.001	204,96
<i>Atta laevigata</i>	0,128	0,459	<0,01	0,550	<0.01	208,94
<i>Acromyrmex subterraneus molestans</i>	0,0756	0,267	<0,001	0,367	<0.001	189,46
<i>Acromyrmex rugosus</i>	0,795	0,736	0,414	0,940	0.334	164,72
<i>Acromyrmex subterraneus brunneus</i>	<0,001	0,240	0,051	0,128	<0.001	136,27
<i>Acromyrmex niger</i>	<0,001	<0,001	<0,001	0,064	<0.01	35,61
<i>Acromyrmex subterraneus subterraneus</i>	0,061	<0,001	0,180	0,919	0.114	56,7

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

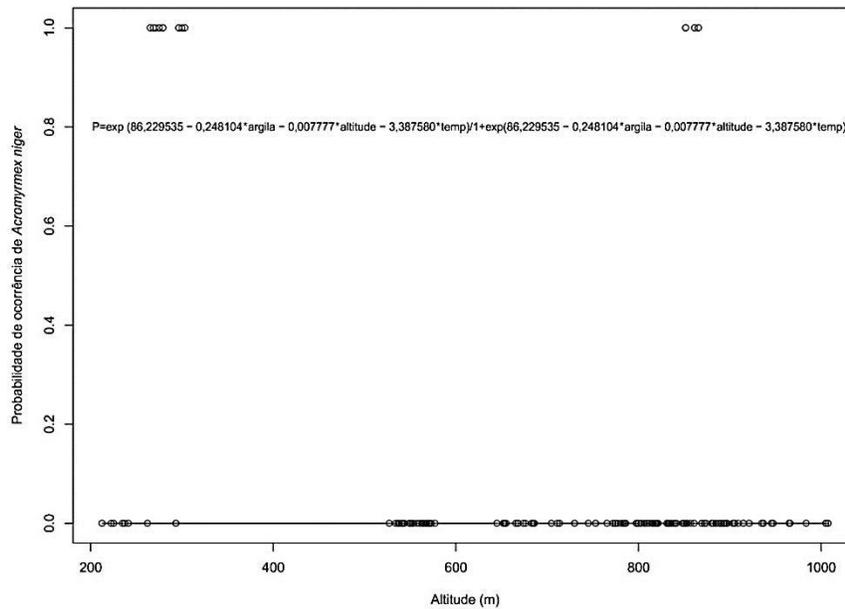
Ao avaliar o efeito das variáveis ambientais sobre a probabilidade de ocorrência de formigas cortadeiras, verificou-se que a altitude influenciou negativamente a probabilidade de ocorrência de *Atta sexdens* (GRÁFICO 4) e *Acromyrmex niger* (GRÁFICO 5) e positivamente *Acromyrmex subterraneus subterraneus*. Entretanto para este último táxon o intercepto não foi significativo.

Gráfico 4 - Probabilidade de ocorrência de *Atta sexdens* em eucaliptais de Minas Gerais em função da altitude (m).



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

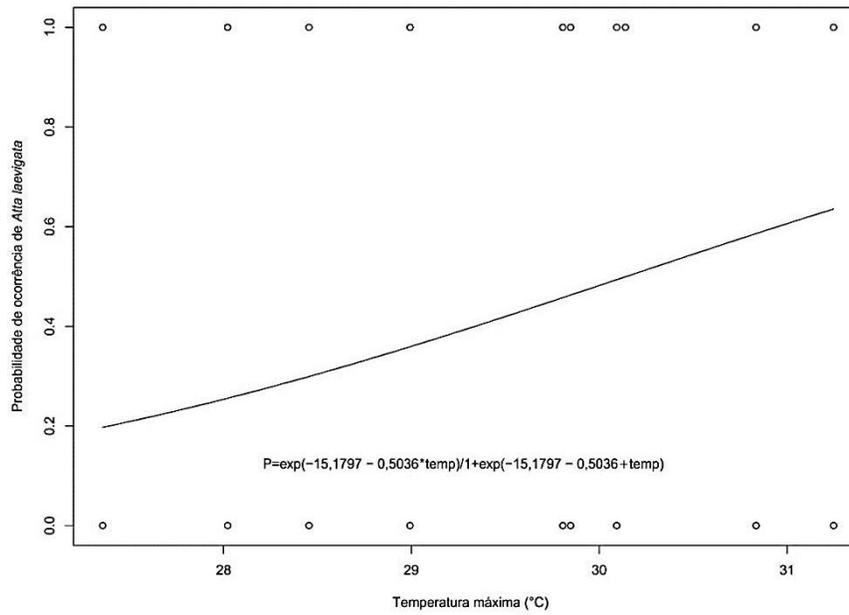
Gráfico 5 - Probabilidade de ocorrência de *Acromyrmex niger* em função da variável altitude (m).



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

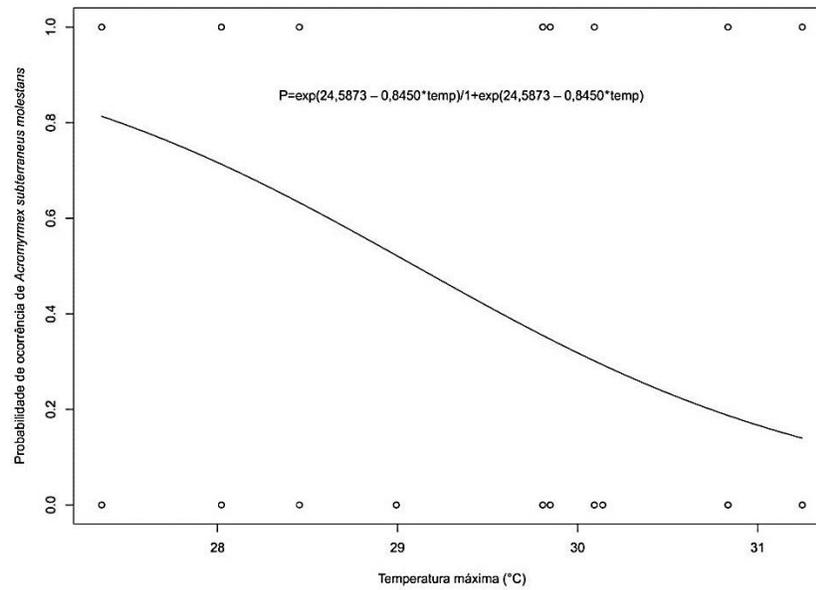
A temperatura máxima influenciou positivamente a probabilidade de ocorrência de *Atta laevigata* (GRÁFICO 6) e negativamente a probabilidade de ocorrência de *Acromyrmex subterraneus molestans* (GRÁFICO 7) e *Acromyrmex niger* (GRÁFICO 8).

Gráfico 6 - Probabilidade de ocorrência de *Atta laevigata* em função da variável temperatura máxima (°C).



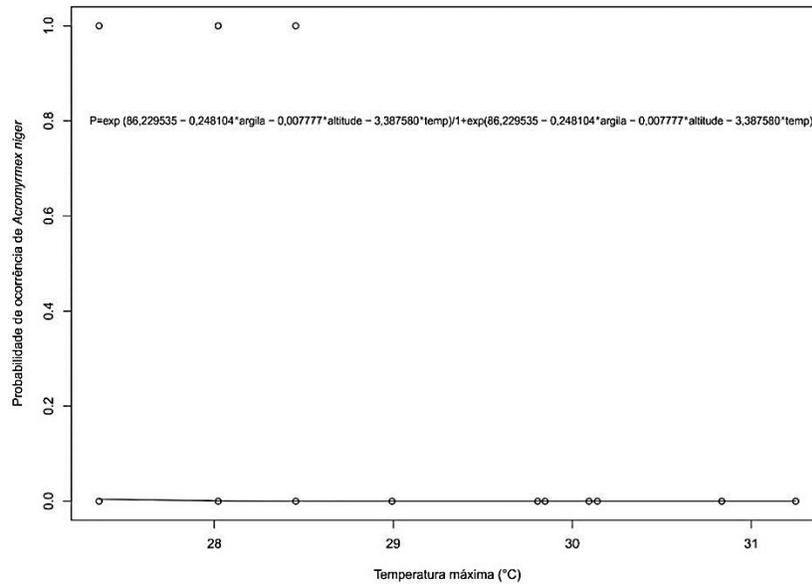
Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Gráfico 7 - Probabilidade de ocorrência de *Acromyrmex subterraneus molestans* em função da variável temperatura máxima (°C).



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

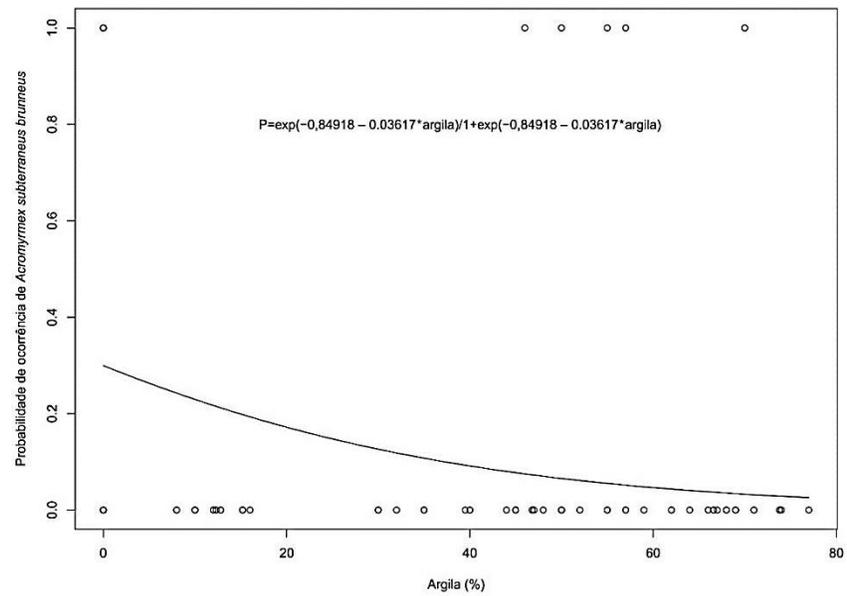
Gráfico 8 - Probabilidade de ocorrência de *Acromyrmex niger* em função da variável temperatura máxima (°C).



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

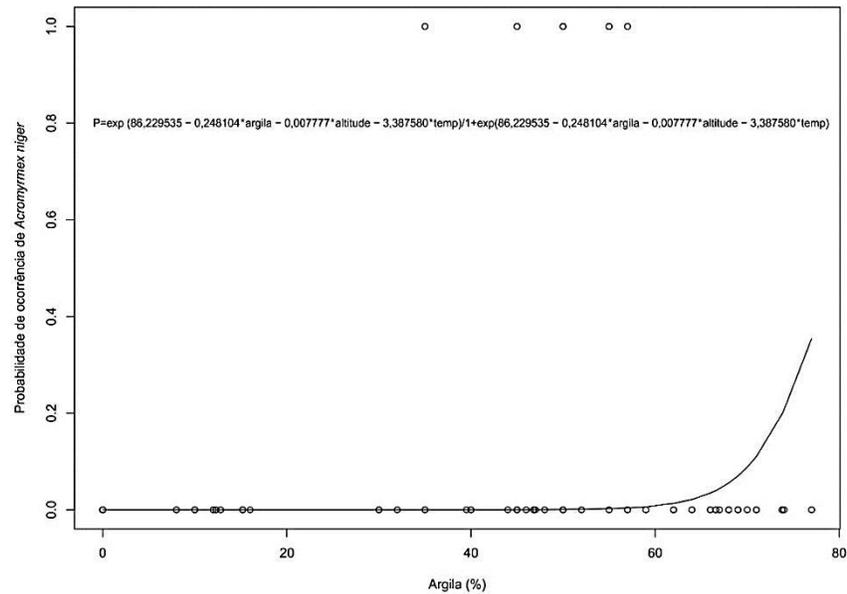
O teor de argila apresentou influência negativa sobre a probabilidade de ocorrência de *Acromyrmex subterraneus brunneus* (GRÁFICO 9) e positiva sobre *Acromyrmex niger* (GRÁFICO 10).

Gráfico 9 - Probabilidade de ocorrência de *Acromyrmex subterraneus brunneus* em função da variável argila (%).



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Gráfico 10 - Probabilidade de ocorrência de *Acromyrmex niger* em função da variável argila (%).



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Nenhuma variável analisada influenciou a probabilidade de ocorrência de *Acromyrmex rugosus*. *Acromyrmex aspersus*, *Acromyrmex balzani*, *Acromyrmex landolti*, *Acromyrmex coronatus* e *Atta capiguara* não foram afetadas pelas variáveis analisadas devido à baixa ocorrência destas espécies.

5 DISCUSSÃO

Todas as espécies e subespécies encontradas nos eucaliptais estudados já tinham sua ocorrência registrada em Minas Gerais (DELLA LÚCIA; FOWLER; MOREIRA, 1993; LIMA, 1991; PACHECO; BERTI FILHO, 1987; PEREIRA, 1998; RANDO, 2002) e todas foram observadas forrageando dicotiledôneas, inclusive *Acromyrmex balzani* e *Acromyrmex landolti*, ambas do subgênero *Moellerius* (GONÇALVES, 1961; MARICONI, 1970; NAGAMOTO et al., 2009; PACHECO; BERTI FILHO, 1987), sendo portanto potenciais pragas da cultura do eucalipto.

Dentro do gênero *Acromyrmex*, espécies do subgênero *Moellerius* forrageiam preferencialmente monocotiledôneas (FOWLER, 1988). Entretanto, algumas destas espécies já foram observadas forrageando dicotiledôneas quando havia ausência de gramíneas (GRÜTZMACHER; LOECK; MEDEIROS, 2002; PACHECO; BERTI FILHO, 1987), o que demonstra a capacidade destes insetos em se adaptarem às condições do ambiente, mesmo quando esse não é ótimo a sua sobrevivência e desenvolvimento. Aliado a este fato, a presença de gramíneas que geralmente ocorrem no sub-bosque de plantios de eucalipto, podem explicar a presença destas espécies que têm preferência por monocotiledôneas em eucaliptais.

A riqueza de espécies foi significativamente maior no bioma Mata Atlântica que no Cerrado, mesmo tendo um número menor de regiões amostradas. A literatura existente mostra um maior número de espécies ocorrendo na Mata Atlântica que no Cerrado (TABELA 1). Possivelmente isso é um reflexo da relação entre vegetação que ocorre nestes dois biomas e a preferência de forrageamento das espécies do gênero *Atta* e *Acromyrmex*, que em sua grande maioria se dá por dicotiledôneas (GONÇALVES, 1961; MARICONI, 1970). No bioma Mata Atlântica a vegetação predominante é de espécies arbóreas de grande e médio porte, ou seja, dicotiledôneas, enquanto

que, no cerrado, há uma predominância de monocotiledôneas (IBGE, 2004) e desta forma, o que se espera, é que ocorra um maior número de espécies no bioma Mata Atlântica.

Não houve diferença significativa no número de espécies entre as regiões amostradas no Cerrado e na Mata Atlântica, apenas a região M1 se diferenciou das demais. Apesar da grande variação das variáveis entre as regiões do cerrado, o ambiente das coletas sempre foi o mesmo, o interior dos talhões de eucalipto. No bioma Cerrado, naturalmente são encontradas menos espécies de cortadeiras e, além disso, plantios de eucalipto são ambientes muito diferentes dos normalmente encontrados no Cerrado. Desta forma, nem todas as espécies de formigas cortadeiras que ocorrem no Cerrado estão adaptadas a ambientes florestais com dossel geralmente muito fechado, com poucas gramíneas e uma grande agregação de árvores, o que leva a uma homogeneidade de espécies nestas áreas.

O fato de a riqueza na região M1 ser estatisticamente maior que das outras regiões pode ser explicado pela combinação de algumas características desta região, como latossolos, baixa altitude e teor médio de argila, que se mostram mais favoráveis ao desenvolvimento de diversas espécies de formigas cortadeiras (BOLAZZI; KRONENBITTER; ROCES, 2008; FOWLER, 1983; GONÇALVES, 1961; PEREIRA, 1998; SCHOEREDER; DASILVA, 2008).

5.1 Densidade populacional e frequência

Acromyrmex aspersus só foi encontrada na região M3 e em baixa densidade populacional e frequência. Segundo Pereira (1998) esta espécie apresenta uma frequência de 0,79% e densidade populacional de 2,86 ninhos/ha em plantios de eucalipto na Mata Atlântica de Minas Gerais. É considerada uma espécie que habita ambientes florestais e de ocorrência rara (GONÇALVES, 1961).

Acromyrmex balzani também apresentou baixos valores de densidade e frequência, ocorrendo somente na região M2, com menos de dois ninhos/ha e frequência em torno de 11%. Esta espécie já foi observada por Lima (1991) com uma frequência de 14% e por Pereira (1998), com frequência de 11,63% e densidade de 10,98 ninhos/ha em eucaliptais na Mata Atlântica de Minas Gerais. Já *Acromyrmex landolti* só teve ocorrência registrada no bioma Cerrado e apenas nas regiões C1, C6 e C9 e informações sobre sua densidade populacional e frequência são escassas na literatura. Ambas as espécies ocorreram em baixa densidade populacional, o que era esperado, uma vez que estas espécies são preferencialmente cortadoras de gramíneas e habitam campos abertos (GONÇALVES, 1961). Entretanto, Pacheco e Berti Filho (1987) afirmam que essas espécies podem cortar mudas de eucalipto quando há ausência de gramíneas.

Acromyrmex coronatus ocorreu apenas em regiões de baixa altitude, tanto no Cerrado quanto na Mata Atlântica, mas as diferenças em sua densidade populacional e frequência entre as regiões não apresentaram diferença significativa. Pereira (1998) encontrou esta espécie exclusivamente em áreas de grande altitude na região do Vale do Rio Doce em Minas Gerais, também ocorrendo em baixa densidade populacional (2,86 ninhos/ha) e baixa frequência (0,4%). Esta espécie, segundo Gonçalves (1961) habita preferencialmente ambientes florestais e têm preferência em forragear dicotiledôneas.

Acromyrmex subterraneus molestans foi uma espécie muito frequente e abundante na Mata Atlântica, ocorrendo em todas as regiões amostradas e pouco frequente e pouco abundante no Cerrado. Segundo Gonçalves (1961), é uma subespécie florestal, ou seja, habita áreas de floresta e prefere forragear dicotiledôneas, o que pode explicar sua maior ocorrência no bioma Mata Atlântica. Tal espécie foi relatada por Zanetti et al. (2003a), na região do Vale do Rio Doce, em plantios de eucalipto com densidade variando entre 29,6 e 59,3

ninhos/ha. Também foi encontrada por Pereira (1998) nesta mesma região, com frequência de 55,81% e densidade populacional de 54,9 ninhos/ha para regiões de baixa altitude e 2,7% e 14,29 ninhos/ha para regiões altas. Também é considerada de grande importância para a cultura do eucalipto por Pacheco e Berti Filho (1987).

Apesar de ter sido encontrada nos dois biomas amostrados e com frequências muito próximas, *Acromyrmex rugosus* teve uma densidade populacional muito maior no Cerrado do que na Mata Atlântica, mas os valores não foram significativamente diferentes entre regiões amostradas. É descrita por Gonçalves (1961) como uma espécie de cerrado e caatinga que corta preferencialmente dicotiledôneas, inclusive eucalipto, o que explica sua maior ocorrência no Cerrado. Já foi relatada ocorrendo em eucaliptais na Mata Atlântica de Minas Gerais com frequência igual a 18,6% e densidade de 6,14 ninhos/ha (PEREIRA, 1998), sendo esses valores maiores que os encontrados neste estudo.

Atta capiguara foi encontrada somente nas regiões C1 e C7, ocorrendo em baixa densidade e frequência, sendo que os valores não diferiram significativamente. Este é o primeiro estudo que registra a ocorrência desta espécie em eucaliptais e em regiões do norte e noroeste de Minas Gerais. É uma espécie que forrageia preferencialmente gramíneas, habitando áreas abertas, livre de árvores (GONÇALVES, 1945; MARICONI, 1966; NAGAMOTO et al., 2009), e por isso foi encontrada em baixa densidade e frequência nas áreas amostradas. É muito frequente e apresenta grande abundância em áreas de pastagens no estado de São Paulo e também ocorre no Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul e na região do Triângulo Mineiro (MARICONI, 1966, 1970).

Para todas as espécies e subespécies citadas acima, os valores de densidade populacional e frequência não foram significativamente diferentes

entre as regiões amostradas no Cerrado e na Mata Atlântica, o que demonstra a grande capacidade desses taxa em se desenvolverem e sobreviverem em diferentes condições ambientais.

Acromyrmex niger e *Acromyrmex subterraneus subterraneus* ocorreram com maior densidade populacional e frequência na região M1, sendo estes valores significativamente diferentes dos encontrados nas outras regiões. Esta é considerada uma região de baixa altitude, com latossolos profundos de baixa fertilidade, sendo muito propícia ao desenvolvimento de formigas cortadeiras (BENTO et al., 1991; DIEHL-FLEIG; ROCHA, 1998). Entretanto, Pereira (1998) encontrou um resultado oposto para estes dois taxa, sendo que maiores valores de densidade e frequência ocorreram em eucaliptais de regiões mais altas na Mata Atlântica, acima de 900 metros de altitude. *Acromyrmex subterraneus subterraneus* também foi encontrada no Cerrado, mas seus valores de densidade populacional e frequência não diferiram entre as regiões amostradas. Já foi relatada por Araújo, Della Lucia e Mayhé-Nunes (1997) com uma densidade populacional média de 12,36 ninhos/ha, e por Lima (1991) com uma frequência de 10,5% em eucaliptais no Cerrado, neste levantamento estes valores não chegaram a um ninho/ha e frequência 1,8% no Cerrado. Tanto *Acromyrmex niger* quanto *Acromyrmex subterraneus subterraneus* são formigas que habitam preferencialmente áreas de floresta (GONÇALVES, 1961) sendo consideradas de grande importância para a cultura do eucalipto (PACHECO; BERTI FILHO, 1987).

Acromyrmex subterraneus brunneus foi encontrada nos dois biomas amostrados ocorrendo em maior densidade e frequência no Cerrado, mas os resultados não foram significativamente diferentes dos encontrados na Mata Atlântica. No bioma Mata Atlântica, não foi encontrada diferença significativa entre as regiões amostradas. Já no Cerrado, ocorreu com maior abundância nas regiões C2 e C4 e maior frequência nas regiões C2, C3 e C4. São regiões que,

apesar de apresentarem tipos de solos distintos, possuem baixos valores de altitude e teor de argila propícios ao desenvolvimento de formigas cortadeiras (BENTO et al., 1991; DIEHL-FLEIG; ROCHA, 1998). Na região do Vale do Rio Doce, em Minas Gerais, já foi observada por Pereira (1998) com uma frequência variando entre 5,71 e 2,33% e densidade populacional variando entre 3,17 e 1,94 ninhos/ha, onde os maiores valores ocorreram em regiões de grande altitude, acima de 900 metros.

Atta sexdens apresentou uma densidade populacional e uma frequência maiores no bioma Mata Atlântica do que no Cerrado, mas que não foi significativamente diferente. Já para *Atta laevigata* ocorreu o contrário, maiores valores foram encontrados no Cerrado, mas também não diferiu estatisticamente do encontrado na Mata Atlântica.

Nas regiões da Mata Atlântica, ocorreram com maior densidade e frequência na região M2, onde esses valores diferiram significativamente dos encontrados nas outras regiões. A região M2 é caracterizada por ser de baixa altitude e com argissolos pobres, profundos e porosos, o que facilita a fundação e o desenvolvimento de formigas cortadeiras (BENTO et al., 1991; DIEHL-FLEIG; ROCHA, 1998). No entanto, Schoereder e Dasilva (2008) observaram maiores densidades populacionais de saúvas em latossolos do que em argissolos. Desta forma era esperada uma maior densidade na região M1 ao invés de M2. Porém, estes mesmos autores, também observaram que quando a fertilidade de argissolos é aumentada, a densidade populacional de saúvas aumenta, mas em latossolos ocorre o contrário, onde o aumento de sua fertilidade reduz a densidade populacional. Sendo assim, as técnicas de manejo aplicadas ao cultivo do eucalipto como a fertilização do solo, podem interferir na abundância de formigas cortadeiras.

Nas regiões do Cerrado, *Atta laevigata* apresentou maior frequência e abundância nas regiões C2 e C8, sendo significativamente diferentes das demais.

São regiões totalmente distintas, tanto em teor de argila como em altitude, mas que não diferiram estatisticamente quanto à densidade populacional e frequência desta espécie. Sua frequência em eucaliptais no Cerrado de Minas Gerais pode variar entre 6,5% e 73,33% (ARAÚJO; DELLA LUCIA; MAYHÉ-NUNES, 1997; LIMA, 1991) e sua densidade populacional entre 2,45 e 6,48 ninhos/ha (ARAÚJO; DELLA LUCIA; MAYHÉ-NUNES, 1997). Na Mata Atlântica, essa variação é menor, entre 2% e 5,71% para frequência (LIMA, 1991; PEREIRA, 1998), e 0,59 a 1,59 ninhos/ha para densidade populacional (PEREIRA, 1998).

Atta sexdens ocorreu com maior frequência e densidade populacional nas regiões C2, C4, C5 e C9, que foram significativamente diferentes das demais regiões. Também são regiões totalmente distintas, tanto em teor de argila como em altitude, mas que não diferiram significativamente quanto à densidade populacional e frequência de *Atta sexdens*. A frequência de *Atta sexdens* em eucaliptais no cerrado pode ter grande variação, entre 8% e 100% (ARAÚJO; DELLA LUCIA; MAYHÉ-NUNES, 1997; LIMA, 1991), assim como sua densidade populacional, que pode variar entre 7,27 e 33,8 ninhos/ha (ARAÚJO; DELLA LUCIA; MAYHÉ-NUNES, 1997). Estas grandes variações também já foram observadas para *Atta sexdens* em eucaliptais na Mata Atlântica em Minas Gerais, onde sua frequência variou de 2,86% até 34,88% em uma mesma região (PEREIRA, 1998) e sua densidade populacional entre 1,59 e 55,6 ninhos/ha (PEREIRA, 1998; ZANETTI et al., 2003a).

Atta sexdens e *Atta laevigata* são consideradas as formigas cortadeiras mais importantes para a eucaliptocultura no Brasil (PACHECO; BERTI FILHO, 1987) e são encontradas em eucaliptais nestes dois biomas em Minas Gerais. Considerando que poucos taxos apresentaram diferenças significativas de frequência e densidade populacional entre regiões amostradas neste trabalho, que estas regiões apresentaram características muito distintas entre elas e que a maioria dos poucos trabalhos realizados com frequência e densidade

populacional de formigas cortadeiras nos biomas Mata Atlântica e Cerrado em Minas Gerais apresentam dados muito variados, sugere-se que as variações na frequência e densidade populacional de formigas cortadeiras seja mais afetada pelas técnicas empregadas no cultivo do eucalipto e principalmente no manejo integrado que é feito sobre estes insetos em eucaliptais do que por fatores ambientais.

Dentre as técnicas de manejo de formigas cortadeiras, o controle químico pode alterar a densidade populacional e eliminar os ninhos de formigas cortadeiras (ZANETTI et al., 2004). O controle químico de formigas cortadeiras com iscas formicidas é feito em etapas, de acordo com as fases de desenvolvimento da floresta, com o objetivo de reduzir as densidades populacionais abaixo de um nível de dano. Neste estudo, as formigas foram coletadas em plantios com idade variando entre três e sete anos, onde é feito o controle de manutenção. Este controle é realizado com base em amostragens e a aplicação da isca é feita uma ou duas vezes por ano, de forma localizada, onde a isca é aplicada diretamente no formigueiro, ou de forma sistemática, quando uma determinada quantidade de isca é distribuída sobre uma determinada área. Desta forma, áreas com alta infestação recebem pelo menos um controle por ano, alterando os padrões de densidade e frequência.

A identificação das espécies do gênero *Atta* é feita com base em caracteres morfológicos dos soldados que não são encontrados nas outras castas. Porém, uma espécie que pode ser facilmente reconhecida em campo, mesmo quando há ausência de soldados é *Atta sexdens*, que quando tem sua cabeça esmagada exala forte cheiro de limão. Entretanto, este artifício não pode ser aplicado a outras espécies, sendo necessária a presença de soldados para sua identificação.

Diante do exposto, fica clara a importância da correta identificação dessas espécies quando possível, pois uma espécie como *Atta capiguara* que

corta preferencialmente monocotiledôneas, pode ser incluída em um grupo comum e receber o mesmo tratamento que *Atta sexdens* ou *Atta laevigata* que forrageiam preferencialmente dicotiledôneas, elevando ainda mais a densidade populacional em determinada área e superestimando a infestação desses insetos.

5.2 Distribuição espacial

As distribuições espaciais encontradas neste trabalho foram regular e agregada, sendo esta última predominante nas escalas bioma e regiões. A distribuição agregada ocorre quando os organismos tendem a se agrupar em partes do ambiente que sejam mais favoráveis ao seu desenvolvimento (BEGON; HARPER; TOWNSEND, 1996). Este padrão foi observado por Herbers (1989) em formigas que nidificam na madeira e este autor sugere que este padrão seja resultado de micro *habitats* que favorecem o desenvolvimento dessas formigas. No caso das formigas cortadeiras, que têm seus ninhos no solo, há uma grande influência de algumas características deste que favorecem o desenvolvimento e a sobrevivência dos formigueiros (BENTO et al., 1991; GILS; GAIGL; GÓMEZ, 2010; TROPMAIR, 1973), o que acaba resultando na agregação dos ninhos. Outro fator que provoca agregação de ninhos de formigas cortadeiras é o efeito de borda, onde existem melhores condições de claridade e plantas mais palatáveis, o que acaba afetando o desenvolvimento e sobrevivência das colônias (FARJI-BRENER, 2001; MEYER et al., 2011; MEYER; LEAL; WIRTH, 2009).

Padrões de distribuição semelhantes foram encontrados por Lasmar et al. (2012), Pinto (2006), Ramos et al. (2008) e Zanuncio et al. (2002), e que observaram uma tendência de agregação dos ninhos de *Atta sexdens* em eucaliptais e por Costa e Vieira Neto (2016) que também observaram este padrão para *Atta laevigata* e *Atta sexdens* em áreas de vegetação nativa.

A distribuição regular ocorre quando organismos tendem a se evitar, ou quando, em um primeiro momento, ocorre uma grande densidade populacional destes organismos, mas devido à competição por espaço e alimento acabam entrando em conflito, resultando em um padrão regular (BEGON; HARPER; TOWSEND, 1996). Isto já foi observado por Waloff e Blacktih (1962) em formigas de solo na Inglaterra, onde altas densidades populacionais resultaram em uma distribuição regular. No caso de formigas cortadeiras este padrão é raro, mas pode ocorrer. Em áreas com alta densidade populacional de ninhos de formigas cortadeiras, os silvicultores realizam o controle que acaba por eliminar grande parte destes formigueiros, mas remanescentes permanecem quando o controle não é totalmente eficaz e desta forma assumem um padrão regular de distribuição.

5.3 Influência das variáveis ambientais

A altitude apresentou influência negativa apenas sobre *Atta sexdens* e *Acromyrmex niger*, indicando que há uma maior probabilidade de ocorrência dessas espécies em menores altitudes. Altitudes mais elevadas podem influenciar de forma negativa na abundância de formigas (CHALADZE, 2012; SABU; VINEESH; VINOD, 2008). No caso de formigas cortadeiras, Pereira (1998) encontrou uma correlação negativa entre a altitude e a ocorrência de *Acromyrmex niger*, mas esta variável ambiental não apresentou nenhuma correlação com a ocorrência de *Atta sexdens*. Entretanto, Arnhold (2013) encontrou uma correlação positiva entre altitude e densidade populacional de *Atta sexdens* em eucaliptais na região do Pampa no Rio Grande do Sul.

A altitude em si, não é um fator com poder de determinar a ocorrência ou não de um organismo. O que determina essas ocorrências ou não, são os fatores como temperatura e características de solo, por exemplo, que podem variar em função da variação de altitude.

A temperatura máxima apresentou influência sobre *Atta laevigata*, *Acromyrmex subterraneus molestans* e *Acromyrmex niger*. Para *Atta laevigata*, a influência foi positiva, demonstrando que esta espécie prefere regiões mais quentes, o que também explica sua maior ocorrência no Cerrado do que na Mata Atlântica. Já para *Acromyrmex subterraneus molestans* e *Acromyrmex niger* a influência desta variável foi negativa.

Temperatura é um fator de extrema importância para as formigas cortadeiras, pois atua diretamente sobre seu fungo simbiote que tem um melhor desenvolvimento entre 20° e 25° C (BOLAZZI; ROCES, 2002). A 30° C, a temperatura se torna letal para o fungo e entre 5° e 8° C paralisa totalmente o seu desenvolvimento (POWEL; STRADLING, 1986). No caso de *Atta laevigata* que possui ninhos mais profundos, a influência da temperatura sobre o fungo não é tão grande como em *Acromyrmex subterraneus molestans* que possui ninhos superficiais, e nesse caso, fica mais vulnerável à ação da temperatura. Em regiões mais quentes e conseqüentemente com solos mais quentes, os ninhos serão mais profundos e uma maior ocorrência de espécies com ninhos subterrâneos poderá ser encontrada (BOLAZZI; KRONENBITTER; ROCES, 2008). Além disso, a temperatura também pode influenciar as atividades de movimentação de terra e corte de folhas de formigas cortadeiras. No caso de *Atta laevigata*, estas atividades ficam bem reduzidas entre 16 e 13° C e podem cessar completamente entre 12 e 10° C (TROPMAIR, 1973). Já *Atta sexdens* não tem atividade de corte de folhas em temperaturas superiores a 36° C e inferiores a 11° C, sendo seu ótimo entre 19° e 23° C (ABREU, 2015).

A variável teor de argila teve influência negativa sobre *Acromyrmex subterraneus brunneus* e uma influência positiva sobre *Acromyrmex niger*. Características de solo podem atuar diretamente sobre o fungo simbiote das formigas ou até mesmo sobre a rainha em estágios iniciais do desenvolvimento dos formigueiros, quando esta ainda é vulnerável à infecção por fungos

parasitas. Solos com menores teores de argila são solos mais pobres e conseqüentemente possuem menor população microbiana, o que favorece o desenvolvimento das colônias (BENTO et al., 1991; POWELL; STRADLING, 1986), principalmente em seus estágios iniciais. Segundo Brandão (1992), os solos argilosos são mais ricos em nutrientes e são mais ácidos, o que pode favorecer o estabelecimento de basidiomicetos. Neste caso, espécies de formigas que consigam evitar a contaminação de seus fungos simbioss e suas rainhas por fungos parasitos, poderão ser favorecidas nesses solos. Além disso, as rainhas de formigas cortadeiras são capazes de reconhecer o melhor solo para fundação de seu formigueiro (DIEHL-FLEIG; ROCHA, 1998; SCHOEREDER; DASILVA, 2008), encontrando locais mais apropriados e aumentando as chances de sucesso no estabelecimento de seus formigueiros, uma vez que estas são as fases mais críticas da vida desses insetos (ARAÚJO et al., 2011).

6 CONCLUSÕES

As espécies *Atta sexdens*, *Atta laevigata*, *Acromyrmex coronatus*, e *Acromyrmex rugosus* e as subespécies *Acromyrmex subterraneus brunneus*, *Acromyrmex subterraneus molestans* e *Acromyrmex subterraneus subterraneus* são encontradas em eucaliptais dos biomas Mata Atlântica e Cerrado. *Acromyrmex aspersus*, *Acromyrmex balzani* e *Acromyrmex niger* apenas na Mata Atlântica e *Acromyrmex landolti* e *Atta capiguara* apenas no cerrado. Pelos resultados, uma maior riqueza foi encontrada no bioma Mata Atlântica do que no Cerrado.

A distribuição espacial predominante nas formigas cortadeiras encontradas nos eucaliptais é agregado.

As espécies *Acromyrmex niger*, *Atta sexdens* e a subespécie *Acromyrmex subterraneus molestans* são as mais frequentes e abundantes no bioma Mata Atlântica. No Cerrado as espécies *Atta sexdens* e *Atta laevigata* e a subespécie *Acromyrmex subterraneus molestans* apresentam as maiores densidades populacionais e frequências. Porém, as variáveis ambientais analisadas não influenciaram a densidade populacional e frequência dos taxos.

A altitude atua de forma negativa sobre a ocorrência *Atta sexdens* e *Acromyrmex niger*. A temperatura máxima atua de forma positiva sobre a ocorrência de *Atta laevigata* e negativa sobre *Acromyrmex niger* e *Acromyrmex subterraneus molestans*. O teor de argila do solo atua de forma negativa sobre a probabilidade de ocorrência de *Acromyrmex subterraneus brunneus* e de forma positiva sobre *Acromyrmex niger*.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C. S. **Forrageamento diário e sazonal de *Atta sexdens* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais nos biomas brasileiros.** 2015. 78 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.
- AKAIKE, H. Information measures and model selection. **Bulletin of International Statistical Institute**, Voorburg, v. 1, p. 277-291, 1983.
- 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: Ed. UFV; Sociedade de Investigações Florestais, 1993. p. 212-241.
- ARAÚJO, A. M. N. de et al. 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.; 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. et al. Fundação e estabelecimento de formigueiros. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011. p. 173-187.
- ARAÚJO, M. S. et al. 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, 2003.
- ARNHOLD, A. **Influência de variáveis ambientais na distribuição espacial de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais cultivados no bioma Pampa.** 2013. 54 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
- AUGUSTIN, J. O. et al. 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: Ed. UFV, 2011. p. 284-310.

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

BENTO, J. M. S. et al. 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.

BOLTON, B. **An online catalog of the ants of the world - ANTCAT**. 2012. Disponível em: <<http://www.antcat.org/catalog/429529>>. Acesso em: 1 nov. 2016.

BOLTON, B. **An online catalog of the ants of the world - ANTCAT**. 2016. Disponível em: <<http://www.antcat.org/catalog/429609>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

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.

BRUHL, C. A.; MOHAMED, M.; LINSENMAIR, 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, 1999.

CAMARGO, R. S. et al. Is the initial nest depth adapted to favorable conditions for the incipient in leaf cutting ant? **Sociobiology**, Feira de Santana, v. 63, n. 2, p. 792-799, 2016.

- CANTARELLI, E. B. et al. 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, 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, 2012.
- CORRÊA, M. M. et al. How leaf-cutting ants impact forests: drastic nest effects on light environment and plant assemblages. **Oecologia**, New York, v. 162, n. 1, p. 103-115, Jan. 2010.
- CORRÊA, M. M. et al. Occurrence of *Atta cephalotes* (L.) (Hymenoptera: Formicidae) in Alagoas, Northeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 695-968, 2005.
- COSTA, A. N.; VASCONCELOS, H. L.; BRUNA, E. M. Biotic drivers of seedling establishment in Neotropical savannas: selective granivory and seedling herbivory by leaf-cutter ants as an ecological filter. **Journal of Ecology**, London, v. 105, n. 1, p. 132-141, 2017.
- COSTA, A. N.; VIEIRA-NETO, E. H. M. Species turnover regulates leaf-cutter ant densities in environmental gradients across the Brazilian Cerrado. **Journal of Applied Entomology**, Goettingen, v. 140, n. 6, p. 474-478, 2016.
- CRAWLEY, M. J. **Statistics: an introduction using R**. Chichester: J. Wiley, 2005. 342 p.
- DATTILO, W. et al. 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.
- DAVIS, P. M. Statistics for describing populations. In: PEDIGO, L.; BUNTIN, G. D. (Ed.). **Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture**. Boca Raton: CRC, 1993. p. 33-54.
- DELABIE, J. C. H. et al. Distribuição das formigas cortadeiras *Acromyrmex* e *Atta* no Novo Mundo. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011. p. 80-101.
- DELABIE, J. H. C. et al. Biogeografia das formigas cortadeiras (Hymenoptera; Formicidae; Myrmicinae; Attini) de importância econômica no leste da Bahia e

nas regiões periféricas dos estados vizinhos. **Agrotropica**, Itabuna, v. 9, n. 2, p. 49-58, 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. Why are leaf-cutting ants more common in early secondary forests than in old-growth tropical forests?: an evaluation of the palatable forage hypothesis. **Oikos**, Copenhagen, v. 93, n. 1, p. 169-177, 2001.

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, 2000.

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, 1999.

FORTI, L. C. et al. Bionomics and Identification of *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) Through an Illustrated Key. **Sociobiology**, Chico, v. 48, n. 2, p. 1-18, 2006.

FOWLER, H. G. Distribution patterns of Paraguayan leaf-cutting ants (*Atta* and *Acromyrmex*) (Formicidae: Attini). **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, London, v. 18, n. 3, p. 121-138, 1983.

FOWLER, H. G. Taxa of the neotropical grass-cutting ants, *Acromyrmex* (*Moellerius*) (Hymenoptera: Formicidae: Attini). **Científica**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 281-295, 1988.

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

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

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

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

GOOGLE EARTH. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-PT/earth/>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

GRÜTZMACHER, D. D.; 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, p. 185-190, 2002.

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, 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.

HERNÁNDEZ, J. V.; JAFFÉ, K. Dano econômico causado por populações de formigas *Atta laevigata* (F. Smith) em plantações de *Pinus caribaea* Mor. e elementos para o manejo da praga. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 287-298, 1995.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório anual 2016**. São Paulo, 2017. 100 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa da vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro, 2004.

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

KRUGER, L. R. et al. Influência 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, 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.

LASMAR, O. et al. Use of geostatistics to determine the spatial distribution and infestation rate of leaf-cutting ant nests (Hymenoptera: Formicidae) in eucalyptus plantations. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 41, n. 4, p. 324-332, 2012.

LEAL, I. R.; WIRTH, R.; TABARELLI, M. The multiple impacts of leaf cutting-ants and their novel ecological role in human-modified neotropical forests. **Biotropica**, Washington, v. 46, n. 5, p. 516-528, 2014.

LIMA, P. P. S. **Formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) com ênfase às culturas de pinus e eucaliptos**. 1991. 86 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1991.

LOECK, A. E. et al. Growth of symbiont fungi of some higher Attini ants in mineral medium. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 79-82, 2004.

LOECK, A. E.; GRÜTZMACHER, D. D.; 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, n. 2, p. 129-133, 2003.

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, p. 54-57, jan./abr. 2001.

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.

LOPES, J. F. S. et al. Devolution rates of grass by *Atta capiguara* (Hymenoptera, Formicidae) in field conditions. **Pasturas Tropicais**, Cali, v. 25, n. 1, p. 42-45, 2003.

- LOPES, J. F. S. et al. Spatio-temporal dynamics of foraging networks in the grass-cutting ant *Atta bisphaerica* Forel, 1908, (Formicidae: Attini). **Plos One**, Cambridge, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2016.
- MARICONI, F. A. M. Nova contribuição para o conhecimento das saúvas no estado de São Paulo. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 23, p. 400-415, 1966.
- MARICONI, F. A. M. **As saúvas**. Piracicaba: IPEF, 1979. 7 p. (Circular Técnica, 77).
- MARICONI, F. A. M. **As saúvas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1970. 167 p.
- MATRANGOLO, C. A. R. et al. Crescimento de eucalipto sob efeito de desfolhamento artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 45, n. 9, 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. 122 p. 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.
- MEHDIABADI, N. J.; SCHULTZ, 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. et al. 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.
- MEYER, S. T.; LEAL, I. R.; WIRTH, R. Persisting Hyper-abundance of Leaf-cutting Ants (*Atta* spp.) at the Edge of an Old Atlantic Forest Fragment. **Biotropica**, Washington, v. 41, n. 6, p. 711-716, 2009.
- MINAS GERAIS. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2010.

NAGAMOTO, N. S. et al. Differentiation in selection of dicots and grasses by the leaf-cutter ants *Atta capiguara*, *Atta laevigata* and *Atta sexdens rubropilosa*. **Sociobiology**, Presidente Prudente, v. 54, n. 1, p. 127-138, 2009.

NICKELE, M. A. et al. Distribuição Espacial de Formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* (Forel) (Hymenoptera: Formicidae) em Plantios de *Pinus taeda*. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 6, p. 862-872, 2010.

OLIVEIRA, M. A. **Identificação de formigas cortadeiras e efeito do desfolhamento simulado em plantios de *Eucalyptus grandis***. 1996. 61 p. 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. 114 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1998.

PIELSTROM, S.; ROCES, F. Soil moisture and excavation behavior in the chaco leaf-cutting ant (*Atta vollenweideri*): digging performance and prevention of water inflow into the nest. **PloS One**, Cambridge, v. 9, n. 4, p. 1-12, 2014.

PIKART, T. G. et al. Dispersion of seeds of tree species by the leaf-cutting ant *Acromyrmex subterraneus molestans* (Hymenoptera: Formicidae) in Viçosa, Minas Gerais State, Brazil. **Sociobiology**, Presidente Prudente, v. 56, n. 3, p. 645-652, 2010.

PINTO, R. **Amostragem e distribuição espacial de colônias de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) em Eucaliptais**. 2006. 66 p. Tese (Doutorado em Entomologia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

POWEL, R. J.; STRADLING, D. J. Factors influencing the growth of *Attamyces 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>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

RAMOS, V. M. et al. 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. 105 p. Tese (Doutorado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agronômicas, 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, 2005.

REIS, M. A. et al. 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, 2010.

REIS, M. A. et al. Aplicação sistemática mecanizada de isca formicida granulada em eucaliptais em fase de manutenção. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 3, p. 423-428, 2015.

SÁ JÚNIOR, A. **Aplicação da classificação de Koppen para o zoneamento climático do Estado de Minas Gerais**. 2009. 101 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

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.; DASILVA, W. L. Leaf-cutting ants (Hymenoptera: Formicidae) and soil classes: preference, survival and nest density. **Sociobiology**, Chico, v. 52, n. 2, p. 403-415, 2008.

SCHULTZ, 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.

SCOLFORO, J. R.; CARVALHO, L. M. T. (Ed.). **Mapeamento e inventário da flora e dos reflorestamentos de Minas Gerais**. Lavras: Ed. UFLA, 2006. 357 p.

SENDOYA, S. F.; SILVA, P. S. D.; FARJI-BRENER, A. G. Does inundation risk affect leaf-cutting ant distribution?: a study along a topographic gradient of a Costa Rican tropical wet forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 30, n. 1, p. 89-92, 2014.

SILVA, A. **Nível de dano econômico para *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais, em região de Mata Atlântica do Vale do Rio Doce, Minas Gerais**. 2008. 52 p. Tese (Doutorado em Entomologia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

SIMAS, V. R.; COSTA, E. C.; SIMAS, C. A. Vegetação arbórea fanerógama ocorrente em área de nidificação de *Atta vollenweideri* (forel, 1893) (Hymenoptera: Formicidae). **Revista da FVZA**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 79-88, 2002.

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./ago. 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, 2003.

TROPPEMAIR, H. **Estudo zoogeográfico e ecológico das formigas do gênero *Atta* (Hymenoptera) com ênfase em *Atta laevigata*, (Smith, 1958), no Estado de São Paulo**. 1973. 171 p. Tese (Livre Docência)-Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro, Rio Claro, 1973.

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

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

ZANETTI, R. et al. 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, 2000.

ZANETTI, R. et al. Eficiência de iscas granuladas (sulfluramida 0,3%) no controle de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 878-882, jul./ago. 2004.

ZANETTI, R. et al. Level of economic damage for leaf-cutting ants (Hymenoptera: Formicidae) in *Eucalyptus* plantations in Brazil. **Sociobiology**, Chico, v. 42, n. 2, p. 433-442, 2003b.

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.

ZANUNCIO, J. C. et al. Spatial distribution of nests of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: formicidae) in plantations of *Eucalyptus urophylla* in Brazil. **Sociobiology**, Chico, v. 39, n. 2, p. 231-242, 2002.