

LUCAS GONÇALVES DORNELAS

**INFLUÊNCIA DA RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES DE FORMIGAS
NA REMOÇÃO DE SEMENTES EM FLORESTA NATIVA E EUCALIPTAL**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2011

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

T

D713i
2011

Dornelas, Lucas Gonçalves, 1986-
Influência da riqueza e composição de espécies de formigas
na remoção de sementes em floresta nativa e eucaliptal / Lucas
Gonçalves Dornelas. – Viçosa, MG, 2011.
ix, 34f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: José Henrique Schoereder.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 29-34.

1. Formiga. 2. Sementes - Remoção - Taxas. 3. Florestas.
4. Eucalipto. 5. Biodiversidade. I. Universidade Federal de
Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 595.796

LUCAS GONÇALVES DORNELAS

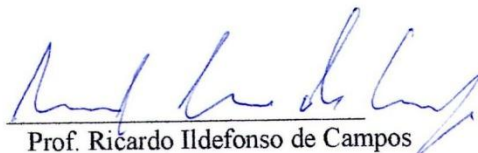
**INFLUÊNCIA DA RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES DE FORMIGAS
NA REMOÇÃO DE SEMENTES EM FLORESTA NATIVA E EUCALIPTAL**

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

APROVADA: 27 de julho de 2011.



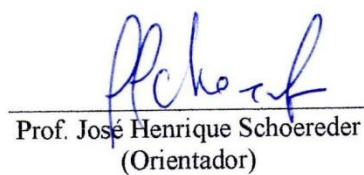
Dr. Tathiana Guerra Sobrinho
(Coorientadora)



Prof. Ricardo Ildfonso de Campos



Prof. Marcos da Cunha Teixeira



Prof. José Henrique Schoereder
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, por meio do Departamento de Biologia Animal e Programa de Pós-Graduação em Entomologia, por todo o apoio, treinamento e estrutura oferecida durante minha formação.

À CAPES pelo suporte financeiro para a execução do projeto e pela concessão da bolsa de mestrado

Ao Professor José Henrique Schoereder, pela convivência, conversas, orientação e por ter me apresentado o mundo das formigas.

Aos coorientadores Dr. Tathiana Guerra Sobrinho e Prof. Carlos Frankl Sperber pelas críticas e sugestões durante a execução de todo o trabalho.

Ao Prof. Marcos da Cunha Teixeira e ao Prof. Ricardo Ildelfonso de Campos por ter aceitado o convite para participar da banca de defesa.

Ao Prof. João Augusto Alves Meira Neto do Departamento de Biologia Vegetal/UFV pelas conversas e por auxiliar na escolha da semente utilizada no estudo.

Ao Leacir técnico do Laboratório de Sementes Florestais do Departamento de Engenharia Florestal/UFV pelos conselhos para coleta das sementes e depois pelo fornecimento das sementes utilizadas no estudo.

Ao Zeca do setor de Parques e Jardins/UFV pelas informações a respeito dos fragmentos florestais nativos e de *Eucalyptus* utilizados no estudo.

A todos os “nobres” amigos do Laboreco (Laboratório de Ecologia de Comunidades), novos e antigos, Bob, Lucas Panda, Fefo, Tati Gi, Marcelo, Inácio, Marco Antônio, Ayhama, ajudando desde a discussão de ideias até as idas ao campo, além de tornar o ambiente de trabalho mais agradável.

Ao Rodrigo Feitosa pela dedicação em confirmar as identificações das espécies de formigas em um curto espaço de tempo.

Aos amigos de república, Marcão, Beijo, Gustin, Victão, Mamãe, Raulzito, Merrin, Diogo e outros, pela amizade, companheirismo e apoio nestes 6,5 anos de Viçosa e pelas “reuniões” aos fins de semana em nossa república.

À minha turma da BIO2005, pelos vários momentos de descontração vividos durante a graduação e também na pós com aqueles que aqui permaneceram.

Aos demais amigos que fiz e convivi em Viçosa, pelos momentos ímpares vividos em “Viciosa”.

A todos os Professores da Universidade Federal de Viçosa que participaram da minha vida acadêmica, pelos ensinamentos.

Ao meu irmão “preferido” Híggor, por todo apoio e companheirismo.

Aos Meus Pais, pela base e pelo Amor dedicado a cada dia mesmo que distante.

Finalmente, a todas as pessoas que, de algum modo, contribuíram para que meu objetivo fosse alcançado.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - MATERIAL E MÉTODOS	9
2.1 - Local de estudo.....	9
2.2 - Desenho experimental.....	12
2.2.1 - Sementes utilizadas.....	12
2.2.2 - Remoção de sementes, coleta e identificação de formigas.....	13
2.3 - Análises estatísticas.....	15
3 - RESULTADOS	18
3.1 - Fauna de formigas.....	18
3.2 - Remoção de sementes.....	20
4 - DISCUSSÃO	23
5 – CONCLUSÕES	28
6 - REFERÊNCIAS	29

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Representações gráficas das hipóteses que descrevem a relação entre biodiversidade e funcionamento dos ecossistemas. Modificado de Loreau *et al.* (2002) por Silva (2009)..... 2
- Figura 2 - Mapa de Viçosa indicando as localidades em que foram feitas as coletas em mata nativa e eucaliptal. Fonte: GoogleEarth..... 11
- Figura 3 - Sementes de *Mabea fistulifera* utilizadas no estudo. No círculo em vermelho, destacamos a presença do elaiossomo nas sementes, que é responsável por atrair dispersores e auxiliar na remoção como suporte mecânico.....13
- Figura 4 – Fotografia do campo das pilhas de sementes de *Mabea fistulifera* que foram oferecidas as formigas, isoladas por uma gaiola de arame..... 14
- Figura 5 – Fotografia do campo das pilhas de sementes de *Mabea fistulifera* associadas aos *pitfalls* de solo distantes aproximadamente 2 metros..... 14
- Figura 6 - Remoção de sementes de *Mabea fistulifera* nos dois ambientes. A floresta nativa é representada pela linha pontilhada e pelos triângulos e a floresta de *Eucalyptus* é representada pela linha contínua e pelos pontos ($F_{(1,5)} = 1.75$; $p = 0.26$) 20
- Figura 7 - Escalonamento multidimensional não-métrico para a composição de espécies de formigas no ambiente natural (vermelho) e em floresta de *Eucalyptus* (azul)..... 21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição das áreas onde foram coletas as formigas e registradas as remoções de sementes do estudo em Viçosa, Minas Gerais, Brasil.....	10
Tabela 2 - Lista das espécies de formigas coletadas nos dois ambientes em Viçosa, Minas Gerais.....	19
Tabela 3 - Principais contribuições da composição de espécies de formigas para a média de dissimilaridade determinado pelo SIMPER entre a floresta nativa e a floresta de <i>Eucalyptus</i>	22

RESUMO

DORNELAS, Lucas Gonçalves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2011, **Influência da riqueza e composição de espécies de formigas na remoção de sementes em floresta nativa e eucaliptal**. Orientador: José Henrique Schoederer. Co-Orientadores: Tathiana Guerra Sobrinho e Carlos Frankl Sperber.

A intensificação e expansão das atividades humanas têm aumentado a perda de espécies nos mais diversos habitats, o que tem direcionado as pesquisas para uma nova área do conhecimento, que investiga a influência da biodiversidade sobre o funcionamento dos ecossistemas. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar se a riqueza e a composição de espécies de formigas afetam positivamente a taxa de remoção de sementes em ambiente natural e ambiente antropizado (em florestas de *Eucalyptus*). Para isso duas hipóteses foram testadas: (i) a maior riqueza de espécies de formigas afeta positivamente, aumentando a taxa de remoção de sementes; (ii) e existem diferenças na composição de espécies de formigas entre os ambientes e isso reflete nas diferentes taxas de remoção de sementes. No estudo foram oferecidas às formigas sementes de *Mabea fistulifera* (10 sementes por ponto) em 10 pontos em distribuídos ao longo de dois transectos envoltas por gaiolas de arame. Associadas às sementes foram colocados *pitfalls* de solo sem iscas distantes 2 metros e após 48 horas foram registradas as remoções e coletados os *pitfalls*. A riqueza e composição de espécies de formigas afetaram de modo similar a taxa de remoção de sementes nos dois ambientes. Nas florestas nativas, registrou-se 31,82% de remoção e nas florestas de *Eucalyptus*, 31,42%, e ambas apresentaram a tendência do aumento da taxa de remoção à medida que se aumentava a riqueza de espécies, indo de encontro com a hipótese da linearidade do efeito da biodiversidade sobre o funcionamento dos ecossistemas. Assim, comparando mata e eucaliptal, conclui-se que a complexidade da vegetação e sua heterogeneidade proporcionaram vantagens (recursos e condições) para o estabelecimento de uma maior quantidade de espécies de formigas e, conseqüentemente, maior taxa de remoção de sementes. A identidade das formigas é um fator que deve ser considerado na remoção, porém, uma possível diferença entre os dois ambientes não foi encontrado em nosso trabalho.

ABSTRACT

DORNELAS, Lucas Gonçalves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2011, **Influence of richness and composition of ants species in the removal of seeds in native and eucalyptus forests**. Adviser: José Henrique Schoereder. Co-Advisers: Tathiana Guerra Sobrinho and Carlos Frankl Sperber.

The intensification and expansion of human activities have increased the loss of species in various habitats, which has directed researches to a new area of knowledge that investigates the influence of biodiversity on ecosystem functioning. This study assessed whether the species richness and composition of ants positively affect the seed removal rate of from native and implanted environments (*Eucalyptus* forests). Two hypotheses were tested: (i) higher species richness positively affects the ecosystem functioning, increasing seed removal rate; (ii) and there are differences in the ant species composition between the environments, which reflects in the ecosystem functioning by different removal rates of seeds. In the study, *Mabea fistulifera* seeds were offered to the ants (10 seeds per point) by 10 points in two transects surrounded by wire cages. Associated with the seeds were placed soil pitfalls without bait 2 meters distant, and after 48 hours were recorded and collected the pitfalls removals. The ant species richness and composition similarly affected the seed removal rate in both environments. In native forests, there were 31.82% of seed removal and in the Eucalyptus forest were 31.42%, with the increasing trend of removal rate as increase species richness, suggesting the hypothesis of linearity which relating the effects of biodiversity on ecosystem functioning occur in the studied environments. Thus, comparing both environments, we conclude that the complexity and heterogeneity of vegetation provides benefits (resources and conditions) to establish a greater number of ant species and, consequently, higher removal rate of seeds. The identity of the ants is another factor that should be considered for removal, however, a possible difference between the environments wasn't found in our study.

1 - INTRODUÇÃO

Até meados da década de 90, os estudos sobre a biodiversidade permaneciam centrados nas discussões sobre suas medidas e seus padrões (espaciais e temporais), negligenciando o estudo dos mecanismos que as regulam (Gaston, 1996). Dessa forma, resta aos cientistas preencher algumas lacunas, como, por exemplo, tentar responder como a biodiversidade afeta os processos ecológicos e o funcionamento dos ecossistemas.

Ao longo dos últimos anos, foram levantados vários questionamentos sobre dois ramos da ciência que vinham se desenvolvendo separadamente: estudos sobre biodiversidade e funcionamento dos ecossistemas (Lawton *et al.* 1994). Apenas em 2000, em Paris, em uma conferência intitulada “*Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives*” (Loreau *et al.* 2002), é que os conceitos que vinham sendo criados e discutidos sobre o assunto foram organizados. No encontro, foram levantadas várias hipóteses na tentativa de elucidar o efeito da biodiversidade sobre o funcionamento dos ecossistemas, e que foram resumidas em cinco gerais (Loreau *et al.* 2002; Naeem *et al.* 2002) descritas a seguir (Figura 1).

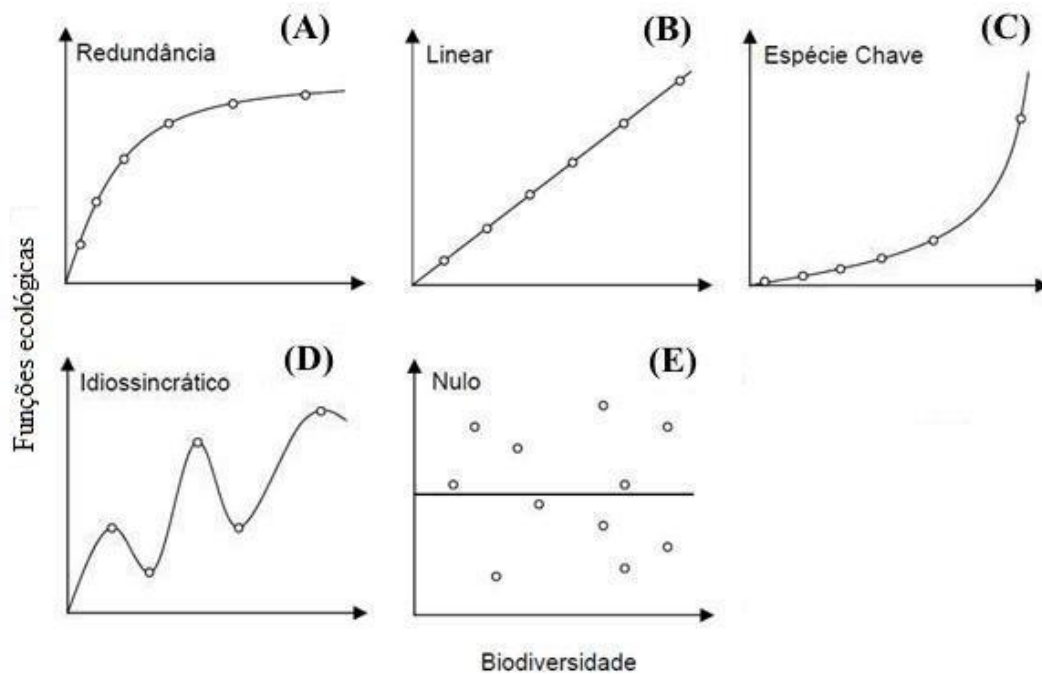


Figura 1 - Representações gráficas das hipóteses que descrevem a relação entre biodiversidade e funcionamento dos ecossistemas. Modificado de Loreau *et al.* (2002) por Silva (2009).

A primeira linha de pensamento sugere que algumas espécies podem pertencer a um mesmo grupo funcional e desempenhar a mesma função, sendo assim consideradas funcionalmente redundantes (Figura 1A). Desse modo, a perda de uma espécie seria compensada por outras espécies pertencentes ao grupo, não acarretando alteração do funcionamento. A adição ou a perda de uma espécie dentro do mesmo grupo funcional não ocasionaria, a partir de certo ponto, alteração do funcionamento, já que são funcionalmente redundantes.

Outra linha de pensamento pressupõe que as algumas espécies podem parecer serem semelhantes entre si, mas em termos funcionais não são e contribuem de formas diferentes para o funcionamento dos ecossistemas. Esta linha de pensamento foi dividida em outras duas hipóteses em consequência da resposta do funcionamento em função da variação da biodiversidade. A hipótese da linearidade (Figura 1B) sugere que

as espécies são únicas e que, portanto, o acréscimo de uma nova espécie levaria à alteração do funcionamento e este aumento seria sempre diretamente proporcional ao aumento do número de espécies. No caso da perda de espécies, também ocorreria uma alteração do funcionamento de modo proporcional à perda contínua de espécies. A hipótese das espécies-chave (Figura 1C) diz que existem algumas espécies são mais eficientes no papel que desempenham no funcionamento que outras, e a sua adição ou retirada afetam de modo mais incisivo o funcionamento dos ecossistemas. Nesse caso, a adição de uma espécie-chave no ambiente acarretaria uma alteração mais significativa do funcionamento em relação à adição de uma espécie singular, já que são mais eficientes.

A quarta hipótese, denominada de hipótese da idiosincrasia (Figura 1D), sugere que o efeito da presença das espécies no funcionamento dos ecossistemas é peculiar e dependente do contexto ecológico em que estão inseridos (conjunto de fatores bióticos e abióticos), sendo, dessa forma, impossível a previsão de uma resposta às variações da biodiversidade. A quinta e última é a hipótese da nulidade (ou hipótese nula) (Figura 1E), que sugere uma ausência de relação entre biodiversidade e funcionamento dos ecossistemas para todos os padrões acima apresentados.

Medir o funcionamento dos ecossistemas não é algo tão simples de entender, já que há parâmetros claramente estabelecidos para tal. O estudo do funcionamento é independente e é bem mais antigo do que o próprio conceito de biodiversidade. A união destes dois possibilitou a exploração de novas áreas do conhecimento, incluindo-se o funcionamento de ecossistemas. Os processos ecológicos ocorrem envolvendo ou não os serviços prestados pelos organismos neles contidos e o estudo e a quantificação destes serviços que proporciona suporte experimental para estudar o funcionamento de ecossistemas. Alguns processos ecológicos e serviços prestados pelos organismos

estudados neste contexto são: proteção a raios UV, purificação do ar, mitigação das inundações e secas, estabilidade climática, polinização, controle de pragas, purificação da água, desintoxicação e decomposição de resíduos, geração e fertilidade do solo, dispersão de sementes (Millennium Ecosystem Assessment, 2003).

Na tentativa de elucidar todos estes questionamentos acerca do funcionamento de ecossistemas, trabalhos foram realizados em diferentes escalas temporais e espaciais (Naeem *et al.*, 1996; Tilman *et al.*, 1996; Hooper & Vitousek, 1998) nos diferentes sistemas biológicos, porém, restando ainda algumas lacunas. Vários processos ocorrem concomitantemente no ecossistema, e tais processos podem ser afetados (positiva ou negativamente) ou não pela alteração na biodiversidade que nele está contida. Alguns processos têm sido estudados nos últimos anos, como a produtividade primária (Naeem *et al.*, 1996, Tilman *et al.*, 1996), a taxa de decomposição (Naeem *et al.*, 1994), a retenção de nutrientes (Naeem *et al.*, 1994, Hooper & Vitousek, 1998) e a estabilidade da biomassa (Tilman & Downing, 1994). Porém, após um levantamento do conhecimento existente sobre os processos ecológicos e o funcionamento dos ecossistemas, percebem-se algumas áreas do conhecimento pouco estudadas, já que os processos que receberam mais atenção foram aqueles ligados a comunidades vegetais, como por exemplo, a produtividade primária e acúmulo de biomassa (Trenbath, 1974, Joliffe, 1997, Jiang *et al.*, 2007). Outros processos ecológicos, como as interações ecológicas entre as comunidades animal e vegetal, dentre elas a dispersão de sementes, necessitam ser mais estudados nos diferentes ambientes existentes.

O crescimento da população e de suas atividades têm exercido grande pressão sobre as áreas naturais e o que se tem visto, nas últimas décadas, é a destruição de grande parte da cobertura vegetal nativa (Mayaux *et al.*, 2005; Lewis, 2006). Este processo de destruição resultou na redução e divisão das áreas florestais naturais em

fragmentos, tendo consequências graves na biodiversidade, como por exemplo, elevando a taxa de extinção de espécies. Devido ao aumento dessas atividades, um mosaico de ambientes em diferentes estágios tornou-se a paisagem mais comumente encontrada nas florestas tropicais (Peres *et al.*, 2006).

Um dos biomas mais afetados no Brasil é a Mata Atlântica, que se caracteriza por ser muito heterogêneo, apresentando composição florística variável (Oliveira-Filho & Fontes, 2000) e fitofisionomias diferentes em toda a sua distribuição, com diferentes condições climáticas, topográficas e geomorfológicas (Tabarelli *et al.*, 2005). Dessa forma, é considerada uma área prioritária para a conservação da biodiversidade mundial (“*Hotspots*”, segundo Mittermeier *et al.*, 1998). Um importante passo para a construção de prognósticos que viabilizem programas de conservação dessas áreas é a compreensão dos processos ecológicos que nelas ocorrem, já que estes estão envolvidos na determinação dos padrões que regem a dinâmica das populações ali existentes, tanto animal quanto vegetal (Nichols & Williams, 2006). Alguns estudos investigaram o efeito da fragmentação florestal sobre as taxas de dispersão de sementes dentro das florestas (Cordeiro & Howe, 2003; Farwing *et al.*, 2006), mas a relação entre o uso da terra pelo homem e funcionamento do ecossistema ainda é pouco explorada.

A cultura do *Eucalyptus* foi introduzida no Brasil no início do século XIX com a finalidade de substituir o uso de outras madeiras nativas na fabricação de dormentes e combustíveis para o setor ferroviário. Adaptou-se rapidamente às condições climáticas e logo em seguida o seu uso alcançou o setor industrial siderúrgico como fonte de carvão vegetal para a fabricação do ferro-gusa e matéria prima para papel e celulose (Dossa, 2003). Segundo a ABRAF (2011) até 2010, existem cerca de 6.510.693 ha plantados com árvores de reflorestamento, sendo que destes 4.754.334 ha são com o gênero *Eucalyptus*. Nesse ano, o setor florestal brasileiro foi responsável por manter cerca de

4,7 milhões de empregos diretos e indiretos, com um faturamento de 51,8 bilhões de reais. Devido a esse papel importante na economia nacional, as culturas de *Eucalyptus* têm substituído cada vez mais as áreas anteriormente contínuas de mata nativa nas últimas décadas. Nas plantações encontram-se menor diversidade de comunidades de insetos do que as florestas naturais, pois as plantações tem baixa densidade de espécies de plantas (Knops *et al.*, 1999) e há uma ligação direta entre essas duas comunidades que é impulsionada pela especificidade do hospedeiro e também por causa da íntima relação entre diversidade de insetos e diversidade vegetacional (Haddad *et al.*, 2001). Porém, os efeitos dessa alteração da diversidade biológica sobre os processos ecológicos nessas áreas carecem de mais estudos.

Devido à sua abundância e à variedade de frutos e sementes que exploram, as formigas são os organismos com maior probabilidade de dispersar as sementes primária e secundariamente nas florestas tropicais, especialmente as sementes pequenas por serem de fácil transporte (Pizo & Oliveira, 2001). As formigas representam um grupo dominante nas florestas tropicais, com grande importância ecológica (Underwood & Fisher, 2006). Além disso, são de fácil amostragem, têm taxonomia relativamente bem resolvida, e têm sido normalmente usadas como modelos em estudos ecológicos (Folgarait, 1998).

As plantas que têm suas sementes dispersas por formigas produzem externamente um corpo gorduroso chamado elaiossomo ou uma cobertura carnosa chamada arilo (Beattie, 1985). Estes servem de atrativo e recompensa alimentar para as formigas e ainda podem ser utilizados como apoio mecânico no transporte das sementes até o ninho. Porém, durante esse transporte algumas sementes podem ser perdidas, germinando e estabelecendo-se em locais diferentes de sua origem (Beattie, 1985). As sementes que chegam aos ninhos têm os elaiossomos consumidos e na sequência são

descartadas na lixeira. Por esta via, as formigas são tratadas como dispersoras primárias, mas também podem ser dispersoras secundárias das sementes que forem regurgitadas ou defecadas por outros dispersores, como as aves e os mamíferos, ou pela própria planta como, por exemplo, a dispersão de frutos deiscantes (Bond & Slingsby, 1984). Mesmo dispersando as sementes a distâncias bem menores quando comparadas com outros dispersores, a mirmecocoria pode trazer uma série de benefícios às plantas, como diminuição da predação de sementes e da competição de plântulas embaixo da planta-mãe (Handel, 1978). Há ainda outras vantagens como o aumento do banco de sementes (Levey & Byrne, 1993), escape das sementes ao fogo em ambientes susceptíveis a queimadas (Bond & Slingsby, 1983) e deposição das sementes em solos enriquecidos em nutrientes e favoráveis à germinação (Rissing, 1986). O estudo deste tipo de dispersão de sementes apresenta vantagens em relação aos demais, pois a deposição das sementes é direcional, ou seja, consegue-se prever com maior exatidão o local de deposição em detrimento aos demais processos, e a maior possibilidade de avaliar o funcionamento dos ecossistemas através das taxas de remoção e germinação. Dessa forma, a mirmecocoria pode ser considerada uma ferramenta importante na elucidação do processo ecológico de dispersão de sementes (Wenny, 2001) e nos estudos sobre o funcionamento dos ecossistemas.

Diante do cenário atual de mudanças climáticas globais, do aumento do processo de fragmentação e de implementação de culturas em substituição a mata nativa, como o plantio de *Eucalyptus*, o processo de dispersão de sementes se torna cada vez mais determinante para a migração, estabelecimento e dinâmica populacional da plantas (Bond, 1994). Dito isto, é cada vez mais evidente que as formigas desempenham um papel chave na natureza, podendo determinar a estruturação espacial e genética da comunidade vegetal (Herrera *et al.*, 1994), auxiliando na regeneração de ambientes

perturbados (Tabarelli & Peres, 2002) e também na dinâmica vegetacional (Schupp & Fuentes, 1995; Herrera, 2002).

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo testar o pressuposto de que a riqueza e composição de espécies de formigas influenciam o funcionamento do ecossistema através do processo de remoção de sementes em ambientes naturais e plantados. Para isso, foram testadas as hipóteses que:

- (i) A riqueza de espécies de formigas afeta positivamente, aumentando a taxa de remoção de sementes;
- (ii) Existem diferenças na composição de espécies de formigas entre os ambientes naturais e modificados e isso se reflete nas diferentes taxas de remoção de sementes.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Local de estudo

O estudo foi desenvolvido no município de Viçosa, Minas Gerais (20°45'S, 42°50'W), Brasil. A vegetação da região de Viçosa pertence ao domínio de Floresta Atlântica Estacional Semidecídua, composta por uma grande quantidade de fragmentos florestais que se encontram em variados estágios sucessionais (Pinto *et al.*, 2008) e que são de diversos tamanhos (Sobrinho & Schoereder, 2007). A altitude da região varia entre 690 a 800 metros e tem clima caracterizado como Tropical de Altitude (Meira-Neto & Martins, 2002). A partir das décadas de 30 e 40 o processo de fragmentação acelerou e a vegetação nativa foi substituída, principalmente, por pastagens e plantações de café (Sobrinho & Schoereder, 2007). Nos últimos anos, a atividade silvicultural apresentou grande expansão na região, e alguns entornos de floresta são compostos por plantações comerciais de *Eucalyptus*, regiões que também são alvo dos nossos estudos. A seguir, apresentamos um quadro com características das áreas coletadas e uma imagem de satélite indicando sua localização na cidade de Viçosa. Os dois habitats, de floresta nativa e de *Eucalyptus*, são bem distintos entre si e escolhemos estes dois ambientes na tentativa de elucidar os impactos da atividade humana sobre a biodiversidade de formigas neles contida e nos processos ecológicos em que nelas ocorrem e que são fundamentais no estabelecimento e manutenção da dinâmica dos organismos, tanto animais quanto vegetais, que neles residem.

Tabela 1. Descrição das áreas onde foram coletas as formigas e registradas as remoções de sementes do estudo em Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Áreas	Coordenadas	Tamanho	Idade
<i>Eucaliptal</i>			
Pomar	S 20°45'27,2"/W 042°50'56,5"	12 ha	12 anos
Garagem	S 20°46'24,9"/W 042°52'08,7"	5 ha	7 anos
Janjão	S 20°45'05,3"/W 042°50'46,9"	10 ha	18 anos
<i>Nativa</i>			
Aeroporto	S 20°44'54,5"/W 042°50'39,8"	4 ha	10 anos
Pomar	S 20°45'37,8"/W 042°51'22,1"	8 ha	15 anos
Garagem	S 20°46'23,9"/W 042°52'19,4"	15 ha	25-30 anos
Janjão	S 20°45'04,5"/W 042°50'46,5"	20 ha	40 anos
Silvicultura	S 20°46'03,7"/W 042°52'32,8"	18 ha	30 anos



Figura 2. Mapa de Viçosa indicando as localidades em que foram feitas as coletas em mata nativa e eucaliptal. Fonte: GoogleEarth

2.2 - *Desenho Experimental*

2.2.1 - *Sementes utilizadas*

Com o propósito de estudar um dentre os vários processos ecológicos existentes, o de remoção de sementes de uma árvore por formigas, foram escolhidas sementes de uma única planta nativa da região de Viçosa e que possuísse características mirmecocóricas. As sementes utilizadas no experimento foram as da planta *Mabea fistulifera* (Figura 2) que pertence à família das Euphorbiaceae. São amplamente encontradas no Cerrado e em áreas de transição para Mata Estacional Semidecidual e agregadas em bordas de mata e em locais com impacto antrópico acentuado (Lorenzi 2000). O pico de floração ocorre na estação seca, fazendo com que sirva de fonte de alimento para muitos animais (Lorenzi 2000), dentre eles os insetos (Vieira & Carvalho-Okano, 1996). As sementes foram obtidas no Laboratório de sementes florestais do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa e foram submetidas ao seguinte tratamento. Os frutos foram coletados após a estação seca, final de agosto e início de setembro de 2009, que é a época de maturação das sementes e foram colocados para secar em temperatura ambiente coberto por um sombrite a fim de evitar a perda de sementes, já que ocorre a deiscência do fruto. Em seguida, foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em câmara fria (20°C) (Filho & Borges, 1992), e geladeira (menor que 5°C) para sua conservação até serem utilizadas no campo. As sementes têm de 6 a 10mm de comprimento e 5 a 7mm de largura.



Figura 3 - Sementes de *Mabea fistulifera* utilizadas no estudo. No círculo em vermelho, destacamos a presença do elaiossomo nas sementes, que é responsável por atrair dispersores e auxiliar na remoção como suporte mecânico.

2.2.2 - Remoção de sementes, coleta e identificação de formigas

No experimento em campo, as sementes foram oferecidas às formigas em dez áreas observação, sendo cinco em florestas nativas e cinco em florestas de *Eucalyptus*. Ao final dos trabalhos experimentais, uma área de floresta de *Eucalyptus* foi desconsiderada por causa da chuva intensa e transbordamento dos *pitfalls* de solo. No interior de cada área, distante aproximadamente trinta metros da linha limítrofe do fragmento, foram demarcados dois transectos de quarenta metros dispostos paralelamente a uma distância de dez metros. Ao longo de cada transecto foram instalados cinco pontos de coleta, distantes dez metros entre si. Em cada ponto foram alocadas no solo dez sementes de *Mabea fistulifera* que estavam isoladas por uma gaiola de arame (de formato cilíndrico com 21mm de comprimento e 12mm de largura, Figura 3), o que possibilitava que somente formigas tenham acesso às sementes, dessa forma, impedindo a retirada das mesmas por outros possíveis dispersores (por exemplo, roedores e aves). As sementes permaneceram no campo por quarenta e oito horas com a finalidade de se obter a taxa de remoção em cada ambiente. Além disso, em cada ponto

amostral foram instaladas armadilhas de solo do tipo *pitfall*, distante dois metros da pilha de sementes (Figura 4), a fim de obter uma estimativa da diversidade de formigas.



Figura 4 - Fotografia do campo das pilhas de sementes de *Mabea fistulifera* que foram oferecidas as formigas, isoladas por uma gaiola de arame.



Figura 5 - Fotografia de campo das pilhas de sementes de *Mabea fistulifera* associadas aos *pitfalls* de solo distantes aproximadamente 2 metros.

Os *pitfalls* são constituídos de potes plásticos (8cm de diâmetro por 12cm de altura) e no seu interior foi colocada uma solução conservadora compostas por água,

detergente comercial e sal, e estes foram enterrados à altura do solo, distantes dois metros das pilhas de sementes de *Mabea fistulifera* (Figura 3). Os *pitfalls* não receberam iscas e permaneceram no campo por dois dias. A amostragem ocorreu durante o verão (novembro/2010 a fevereiro/2011), o que é propício ao estudo de dispersão de sementes.

As formigas coletadas em campo foram conservadas em álcool 70% no laboratório e posteriormente foram identificadas até nível de gênero com o auxílio das chaves de identificação proposto por Palacio & Fernández (2003). Quando possível, os indivíduos foram identificados ao nível de espécies, de acordo com chaves disponíveis na página antbase.org (Agosti & Johnson, 2005) e também por comparação com a coleção de referência do Laboratório de Ecologia de Comunidades da Universidade Federal de Viçosa, onde os espécimes foram depositados. Posteriormente, a identificação das formigas foi confirmada por um especialista por comparação com espécimes do Museu de Zoologia da USP.

2.3 - Análises Estatísticas

Para testar a primeira hipótese, realizamos uma ANCOVA (Análise de covariância), com distribuição de erros Poisson corrigida para a sobredispersão, na qual utilizamos a riqueza de espécies de formigas como a variável explicativa, sendo a variável resposta a proporção de remoção de sementes removidas em relação ao total (sementes removidas/total de sementes), e o tipo de ambiente (floresta nativa ou de *Eucalyptus*) como co-variável. O modelo analisado foi simplificado e quando houve variáveis não significativas, as mesmas foram retiradas até a obtenção do modelo mínimo adequado (Crawley, 2007). Essas análises estatísticas foram conduzidas no *software* R (2010), e todos os modelos construídos foram seguidos de análise de

resíduos, de forma a checar a adequação do modelo e da distribuição de erros (Crawley, 2007).

Para testar a segunda hipótese, investigamos a diferença espacial nas assembleias de formigas nos dois ambientes, através de análise multivariada com o programa Past (Hammer *et al.* 2001). Em uma primeira etapa, traçamos um mapa bidimensional com escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS). Os dados que produziram o mapa eram de uma matriz binária de presença e ausência de espécies de formigas, e a dissimilaridade foi calculada pelo índice de Bray-Curtis de dissimilaridade. O índice de Bray-Curtis é o mais apropriado para a análise multivariada porque é menos afetado pelo número de espécies raras nas amostras (Krebs 1989) .

O próximo passo foi a análise one-way de similaridade (ANOSIM one-way). Esta análise verificou se houve diferenças significativas de composição de espécies entre os ambientes, através da comparação das diferenças entre a classificação média das semelhanças entre as amostras dentro de um ambiente e entre as amostras em ambientes distintos. Isto resulta em uma análise estatística R, que é a medida de dissimilaridade entre os ambientes. Valores de R próximos de zero indicam dissimilaridade baixa enquanto os valores de R mais próximo de 1 indicam alta dissimilaridade (Clarke e Green, 1988). O ANOSIM também foi calculado usando o índice de similaridade de Bray-Curtis e cada valor de R tem um valor p correspondente.

E por último, realizamos o teste de porcentagem de similaridade (SIMPER). Este teste permitiu determinar quais as espécies mais contribuíram na diferença entre as assembleias, isto é, quais as espécies foram boas discriminadoras das diferenças de composição entre os locais (Clarke, 1993). A análise SIMPER dá a porcentagem de dessemelhança entre os ambientes, apresentando a porcentagem de contribuição de cada

espécie a esta dessemelhança. O índice de Bray-Curtis também foi usado aqui (Clarke, 1993).

3 - RESULTADOS

3.1 - Fauna de formigas

Em todas as áreas (floresta nativa e floresta de *Eucalyptus*), foram coletas 42 espécies de formigas (Tabela 1) pertencentes a 25 gêneros, distribuídos em sete subfamílias. A família mais representativa foi Myrmicinae (20 espécies), seguido por Formicinae (oito espécies), Ponerinae (sete espécies), Ectatomminae (três espécies), Ecitoninae (duas espécies), Dolichoderinae e Pseudomyrmicinae (uma espécie).

A distribuição das espécies nos dois ambientes ocorreu da seguinte forma: 23 espécies ocorreram somente nas áreas de floresta nativa, cinco espécies ocorreram somente nas áreas de floresta de *Eucalyptus* e 14 foram registradas em ambos os ambientes. Duas espécies destacaram-se na amostragem dos dois ambientes: *Pheidole radoskowskii* Mayr, 1884 e *Ectatomma muticum* Mayr, 1870. Estas foram as mais representativas, ocorrendo em 34,72% e 27,78% dos pontos observados, respectivamente.

Tabela 2. Lista das espécies de formigas coletadas nos dois ambientes em Viçosa, Minas Gerais.

Táxon	Floresta Nativa	Floresta de <i>Eucalyptus</i>
Dolichoderinae		
<i>Linepithema iniquum</i> Mayr, 1870	X	
Ecitoninae		
<i>Eciton vagans angustatum</i> Roger, 1863	X	
<i>Neivamyrmex humilis</i> Borgmeier, 1939	X	
Ectatomminae		
<i>Ectatomma muticum</i> Mayr, 1870	X	X
<i>Ectatomma permagnum</i> Forel, 1908	X	X
<i>Gnamptogenys striatula</i> Mayr, 1884	X	X
Formicinae		
<i>Brachymyrmex</i> pr. <i>cordemoyi</i> Forel, 1895	X	
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	X	
<i>Camponotus cingulatus</i> Mayr, 1862	X	X
<i>Camponotus lespesii</i> Forel, 1886	X	X
<i>Camponotus</i> pr. <i>cameranoi</i> Emery, 1894	X	
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)	X	X
<i>Myrmelachista zeledoni</i> Emery, 1896	X	
<i>Nylanderia</i> sp.1		X
Myrmicinae		
<i>Acromyrmex subterraneus</i> (Forel, 1893)	X	X
<i>Atta</i> sp.1	X	X
<i>Hylomyrma balzani</i> Emery, 1894	X	
<i>Megalomyrmex goeldii</i> Forel, 1912	X	
<i>Monomorium floricola</i> Jerdon, 1851	X	
<i>Mycocepurus smithii</i> Forel, 1893		X
<i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884	X	X
<i>Pheidole</i> sp.2		X
<i>Pheidole</i> sp.4	X	X
<i>Pheidole</i> sp.5	X	
<i>Pheidole</i> sp.6	X	
<i>Pheidole</i> sp.7	X	
<i>Pyramica eggersi</i> Emery, 1890	X	
<i>Sericomyrmex</i> sp.1	X	
<i>Solenopsis</i> (gr. <i>Geminata</i>) sp. 02		X
<i>Solenopsis</i> sp.1	X	X
<i>Trachymyrmex</i> (Gr. <i>Urichi</i>) sp. 02	X	
<i>Trachymyrmex</i> sp.1	X	
<i>Trachymyrmex</i> sp.4	X	
<i>Wasmannia lutzii</i> Forel, 1908	X	X
Ponerinae		
<i>Hypoponera</i> sp.1	X	
<i>Odontomachus bauri</i> Emery, 1892	X	X
<i>Odontomachus meinerti</i> Forel, 1905	X	
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)	X	X
<i>Pachycondyla striata</i> Smith, 1858	X	
<i>Pachycondyla venusta</i> Forel, 1912	X	
<i>Pachycondyla verena</i> Forel, 1922		X
Pseudomyrmecinae		
<i>Pseudomyrmex tenuis</i> Fabricius, 1804	X	

3.2 - Remoção de sementes

Nas florestas nativas foram removidas 31,82% (140/440) das sementes oferecidas e nas florestas de *Eucalyptus* foram removidos 31,42% (88/280). As análises foram realizadas utilizando todas as nove áreas já mencionadas, porém após as primeiras análises, excluimos uma área de eucaliptal por se tratar de um *outlier*.

O modelo completo não foi significativo. A interação não foi significativa ($F_{(1,5)}=1.75$; $p=0.26$). A remoção de sementes aumentou em função do aumento da riqueza de espécies de formigas ($F_{(1,7)}=11.01$; $p=0.02$); e varia com ambiente ($F_{(1,6)}=8.75$; $p=0.03$), sendo maior no eucaliptal (Figura 6).

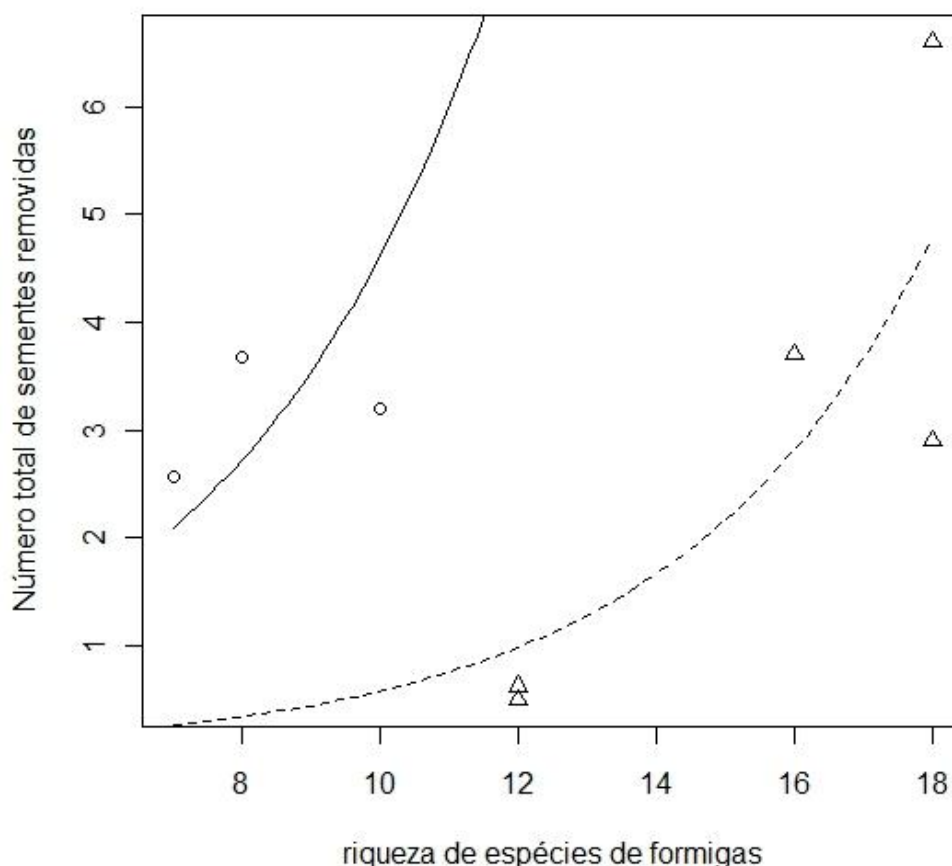


Figura 6 – Remoção de sementes de *Mabea fistulifera* nos dois ambientes. A floresta nativa é representada pela linha pontilhada e pelos triângulos e a floresta de *Eucalyptus* é representada pela linha contínua e pelos círculos ($F_{(1,5)}=1.75$; $p=0.26$).

O resultado encontrado das análises mostrou que houve o mesmo padrão de remoção de sementes de *Mabea fistulifera* nos dois ambientes. Em ambos os casos, o aumento do número de sementes removidas nas áreas foi diretamente proporcional ao aumento da riqueza de espécies de formigas nelas encontradas. Porém, devemos ressaltar que a remoção de sementes nas florestas de *Eucalyptus*, em média, foi maior do que as remoções encontradas nas florestas nativas.

A análise da composição de espécies de formigas mostrou que há dissimilaridade entre os ambientes (ANOSIM, $R=0,069$, $p=0,0009$) (Figura 6).

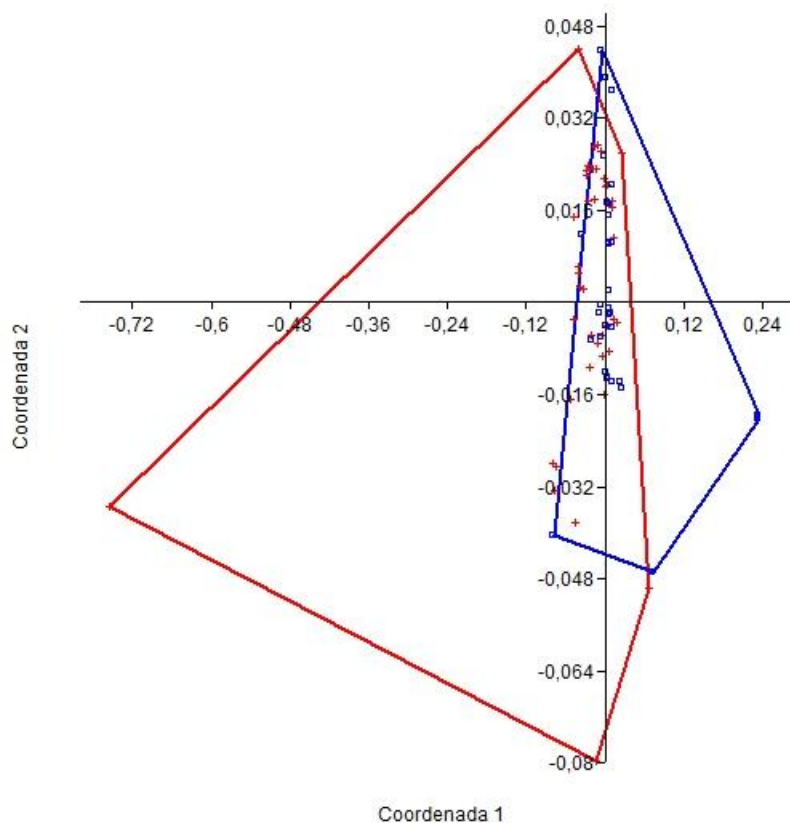


Figura 7 - Escalonamento multidimensional não-métrico para a composição de espécies de formigas no ambiente natural (vermelho) e em floresta de *Eucalyptus* (azul).

As espécies de formigas que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os dois ambientes, indicado pelo SIMPER, são apresentadas na Tabela 3. As dez primeiras espécies que aparecem na tabela determinaram aproximadamente 65% de dissimilaridade entre os ambientes.

Tabela 3. Principais contribuições da composição de espécies de formigas para a média de dissimilaridade determinado pelo SIMPER entre a floresta nativa e a floresta de *Eucalyptus*.

Táxon	Contribuição	Acumulativo (%)	Frequência relativa	
			Nativa	Eucalyptus
<i>Pheidole radoszkowskii</i>	10,150	11,65	0,3180	0,50
<i>Ectatomma muticum</i>	8,948	21,91	0,3640	0,24
<i>Pheidole</i> sp.2	6,590	29,47	0,2950	0,16
<i>Pachycondyla striata</i>	5,569	35,86	0,2050	0,13
<i>Solenopsis</i> sp.1	5,264	41,90	0,2050	0,13
<i>Camponotus rufipes</i>	5,198	47,86	0,0909	0,21
<i>Gnamptogenys striatula</i>	4,011	52,47	0,2050	0,05
<i>Wasmannia lutzii</i>	3,715	56,73	0,1590	0,08
<i>Sericomyrmex</i> sp.1	3,459	60,70	0,1820	0
<i>Odontomachus bauri</i>	3,410	64,61	0,1360	0,11

4 - DISCUSSÃO

A distribuição do número de espécies de formigas ao longo das sete subfamílias amostradas, sendo Myrmicinae, Formicinae e Ponerinae as subfamílias mais representativas no estudo, condiz com o padrão geral de diversidade de espécies de formigas para a região Neotropical (Fernández & Ospina, 2003).

Em nosso estudo, foram coletadas menos espécies de formigas (42) do que em trabalhos recentes de Schmidt (2008) e Solar (2010) na mesma região. Os dois trabalhos coletaram 77 e 69 espécies, respectivamente, e em ambos as coletas foram realizadas em mais de um microhabitat, o primeiro em três microhabitats (arbóreo, epigéico, e hipogéico) e o segundo em dois microhabitats (epigéico e hipogéico), contrastando com o nosso que abrangeu somente o epigéico. Não utilizamos iscas atrativas nas armadilhas, o que difere de alguns estudos acima, já que a sua utilização poderia aumentar a quantidade de recurso disponível as formigas e mascarar os resultados em relação a riqueza de espécies. A soma desses dois fatores, coleta em apenas um microhabitat e a não utilização de iscas atrativas, nos leva a acreditar que obtivemos uma amostragem de espécies bastante significativa da que ocorre naturalmente nas áreas e conseqüentemente, abrangendo uma gama considerável de formigas dispersoras de sementes.

Obtivemos o primeiro registro de três espécies de formigas para a região de Viçosa: *Brachymyrmex* pr. *cordemoyi* Forel, 1895, *Camponotus* pr. *cameranoi* Emery, 1894, *Pheidole* *radoszkowskii* Mayr, 1884. A primeira ocorreu nos dois ambientes coletados, pertence à subfamília Formicinae e as espécies do seu gênero são de tamanhos bem pequenos, vivem na serapilheira e estão associados às plantas, especialmente as leguminosas (Agosti, 1991). A segunda, pertencente à mesma subfamília, ocorreu somente na floresta nativa, e podem ser de tamanhos variados (de

pequenas a muito grandes), onívoras e colônias com tamanhos variados no solo, base ou copa de árvores (Fernández, 2003). A terceira espécie pertence à subfamília Myrmicinae e também ocorreu nos dois ambientes, sendo o seu gênero considerado um dos mais comuns da região Neotropical, habitante do estrato epigéico e localmente muito abundante (Fernández, 2003; Benson & Brandão, 1987). O primeiro registro destas três espécies nos leva a acreditar que existam ainda mais espécies a serem descobertas na região de Viçosa e estes novos registros podem estar ligados ao aumento do esforço amostral nas coletas, assim como a utilização de metodologias mais apropriadas nos diferentes habitats e estratos, e também com o aumento uso da taxonomia como mais uma ferramenta de trabalho.

De modo geral, as taxas de remoção de sementes nos dois ambientes foram baixas (31,82% nas florestas nativas e 31,42% nas florestas de *Eucalyptus*), levando-se em consideração e sendo comparadas com as taxas de remoção em ambientes de clima temperado (superiores a 90%), porém, similares aos encontrados por Peternelli (2007), que trabalhando com a mesma espécie de semente na mesma região, encontrou taxas variando entre 5% a 35%. Muitos estudos mostraram experimentalmente que as formigas são atraídas por diásporos cuja composição é constituída predominantemente por lipídios, que são importantes devido ao seu maior valor nutricional e funcional como ativadores de comportamentos (Skidmore & Heithaus 1988, Brew *et al.* 1989), o que traduz num maior recrutamento de formigas para estes diásporos, aumentando seu *fitness* (Pizo & Oliveira 2001). A utilização de apenas um tipo de semente acabou consequentemente limitando os recursos energéticos disponíveis aos predadores, deste modo, ao utilizar diásporos com elaiossomo, beneficiaram-se aqueles que necessitavam preferencialmente de lipídeos em sua dieta, excluindo outros potenciais dispersores. Devido à importância já constatada dos lipídeos na dieta das formigas, acreditamos que

a utilização de um único tipo de semente contempla os objetivos do trabalho e não foi o fator que mais contribuiu para a baixa remoção encontrada nos experimentos. Um fator que pode ter contribuído para a baixa remoção das sementes foi o tempo de exposição das mesmas aos dispersores. Em experimentos de remoção de sementes, existem as mais diversas metodologias referentes ao período de observação, variando de observações durante 2 horas com anotações a cada 15 minutos; passando por observações de 12 horas (Peternelli 2007); como também estudos com quatro dias de experimento (Kelt *et al.* 2004; Ferreira *et al.* 2011). As sementes do nosso estudo foram expostas no campo por 48 horas, e diante das mais variadas metodologias, do tempo e logística das coletas realizadas (foram feitas coletas em três áreas por semana), julgamos que este tempo de exposição foi suficiente para que pudessem ser localizadas pelos dispersores, não interferindo no resultado. Além disso, há registros de maior remoção de sementes durante o inverno do que no verão, mesmo que pouco ou não significativo (Kelt *et al.* 2004), dados estes que, no nosso estudo, não foram coletados e que poderia ter complementado o nosso estudo, abrangendo mais dados sobre a sazonalidade de remoção de sementes na região.

Outra explicação é que as sementes de *Mabea fistulifera* são de síndrome diplocórica de dispersão, ou seja, suas sementes são dispersas primariamente por deiscência explosiva do fruto e em seguida podem ser dispersas por outro agente dispersor, como as formigas (autocoria + mirmecocoria = diplocoria) (Beattie & Lyons, 1975). Ainda segundo estes autores, o grupo de sementes que possui este tipo de dispersão tem como característica possuir um elaiossomo relativamente pequeno comparado com as sementes de plantas mirmecocóricas típicas. Além disso, após a deiscência do fruto, o elaiossomo destas sementes sofre com a rápida desidratação, o que pode levar a perda de sua atratividade. Esta característica é muito importante e deve

ser levado em consideração na explicação dos resultados, pois os experimentos de campo foram realizados durante o verão, a estação mais quente do ano (novembro a fevereiro), o que pode ter afetado a atratividade das sementes e consequentemente influenciado a baixa remoção das mesmas.

Os estudos sobre biodiversidade e funcionamento dos ecossistemas têm tentado cada vez mais elucidar os seus efeitos sobre as interações ecológicas existentes entre os organismos na natureza. Silva (2009) não encontrou influência da riqueza de espécies de artrópodes na taxa de decomposição da serapilheira e Pereira (2010) encontrou uma influência positiva da riqueza de espécies de plantas que compõem a serapilheira sobre a taxa de decomposição, e sobre a liberação de alguns nutrientes (nitrogênio, fósforo, cálcio e carbono) e a abundância de artrópodes como um todo, em especial a guilda de fungívoros. Peternelli (2007) investigou o processo ecológico de dispersão de sementes em dois habitats (florestas secundárias e pastos abandonados) de dois ambientes (tropical e temperado), encontrando padrões distintos para cada ambiente. O foco do nosso trabalho também era investigar o efeito da biodiversidade e suas variações sobre um processo ecológico e para tal escolhemos a taxa de remoção de sementes.

Tanto no ambiente de floresta nativa quanto no de floresta de *Eucalyptus* houve um aumento na taxa de remoção de sementes à medida que aumentou a riqueza de espécies de formigas e tais resultados corroboram com a segunda hipótese aqui apresentada, sobre o possível efeito da biodiversidade no funcionamento dos ecossistemas. Essa é a hipótese da linearidade, que sugere que cada espécie desempenha um papel específico no funcionamento do ecossistema e o acréscimo de espécies acarretaria no aumento linear do funcionamento, em resposta ao aumento do número de espécies (Loreau *et al.* 2002; Naeem *et al.* 2002).

Em outros experimentos, a riqueza de espécies de insetos tem se mostrado positivamente relacionada com a riqueza de espécies de plantas (Knops *et al.* 1999) e as florestas de *Eucalyptus* apresentam uma diversidade menor e são um sistema menos complexo em relação à comunidade vegetal, logo dispõem de menos recursos e condições (Haddad 2001), abrigando uma quantidade menor de espécies de organismos, dentre eles menos espécies de formigas. Deste modo, conseqüentemente, apresentaram uma menor remoção de sementes neste ambiente no geral, porém levando em consideração a mesma riqueza de formigas, as taxa de remoção foram mais altas do que no ambiente de mata nativa. A explicação para este fato é que podem haver menos recursos disponíveis no eucaliptal e, quando adicionamos as novas sementes (recursos) nas áreas, estas foram mais facilmente encontradas pelas formigas no ambiente que antes contava com uma baixa quantidade de recursos disponíveis. O alto grau de regeneração das florestas nativas de Viçosa também contribui para os resultados. As florestas nativas da região de Viçosa apresentam um histórico de aproximadamente 60 anos de regeneração natural, que ocasionou, ao longo desses anos, o aumento de sua diversidade e abundância vegetal, o que possibilitou abrigar um maior número de espécies de animais e conseqüentemente o a reestabilização dos processos ecológicos, dentre eles a remoção de sementes. Quanto à composição de espécies de formigas, houve diferenças entre as áreas que não refletiram em diferença significativa nas taxas de remoção, já que a remoção não diferiu significativamente entre os pontos com e sem as espécies que mais influenciaram na diferenças de composição nos testes realizados. Esta diferença na composição de espécies entre os dois ambientes pode ser resultado de um histórico de alteração e substituição de áreas nativas, em razão das atividades humanas, por áreas de culturas, pastagens, extração de madeira, e urbanização.

5 - CONCLUSÕES

Em nosso estudo mostramos a resposta de um processo ecológico resultante da interação entre as comunidades vegetal e animal, a dispersão de sementes, em dois ambientes de floresta (nativa e *Eucalyptus*), que foi estudada através da remoção de sementes. Analisando os resultados, encontramos que a remoção de sementes aumentou em função do aumento da riqueza de espécies de formigas nos dois ambientes, sendo maior no eucaliptal e mostrando que tanto nos ambientes de mata nativa quanto nos de floresta de *Eucalyptus*, houve uma relação significativa e positiva entre o aumento da riqueza de espécies de formigas e aumento na taxa de remoção de sementes.

Os resultados confirmam a hipótese da linearidade aqui apresentada. A maior diversidade de plantas proporciona o aumento de recursos e condições para o aparecimento e estabelecimento de várias espécies de formigas que desempenharam cada uma, um papel único nos serviços prestados ao ecossistema. A composição das espécies é outra informação relevante, pois ambientes com complexidades diferentes com composição de espécies diferentes nem sempre apresentam os parâmetros de funcionamento distintos, como no nosso estudo em que as áreas nativas e as alteradas pelo homem não foram significativamente diferentes. Portanto, preocupações a cerca dos impactos causados pelas atividades do homem não são em sua totalidade prejudiciais, em termos funcionais, ao meio ambiente, mas vale dizer que o estudo destes impactos se faz necessário como uma medida mitigadora ao invés de ações de reparo após o impacto já causado.

6 - REFERÊNCIAS

- ABRAF. Anuário Estatístico da ABRAF. Brasília, 2011. 130 p.
- AGOSTI, D. 1991. Revision of the oriental ant genus *Cladomyrma*, with an outline of the higher classification of the Formicidae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology*.16: 293-310.
- AGOSTI, D. & JOHNSON, N. F. 2005. Antbase. Worl wide web eletronic publication. Antbase.Org. URL www.antbase.org.
- BEATTIE, A. J. 1985. The evolutionary ecology of ant-plant mutualisms. University Press, Cambridge, UK.
- BEATTIE, A. J. & LYONS, N. 1975. Seed dispersal in *Viola* (Violaceae): adaptations and strategies. *American Journal of Botany*. 62(7): 714-722.
- BENSON, W. W. & BRANDÃO, C. R. F. 1987. Pheidole Diversity in the Humid Tropics: a Survey from Serra dos Carajas, Pará, Brazil, pp. 593-594 em Eder Rembold, ed., *Chemistry and Biology of Social Insects* Verlag J. Peperny, München.
- BOND, W. J. 1994. Do mutualisms matter? Assessing the impact of pollinator and disperser disruption on plant extinction. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 344:83–90.
- BOND, W. & SLINGSBY, P. 1983. Seed dispersal by ants in Cape shrublands and its evolutionary implications. *South African Journal of Science* 79: 231-233.
- BOND, W. & SLINGSBY, P. 1984. Collapse of ant-plant mutualism: the Argentine ant (*Iridomyrmex humilis*) and myrmecochorous Proteaceae. *Ecology* 65: 1031-1037.
- BREW, C. R.; O'DOWD, D. J.; RAE, I. D. 1989. Seed dispersal by ants: behaviour-releasing compounds in elaiosomes. *Oecologia (Berl.)* 80: 490–497.
- CLARKE K.R. 1993. Nonparametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aust. J. Ecol.* 18: 117-143
- CLARKE K.R. & GREEN R.H. 1988. Statistical design and analysis for a biological effects study. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 46: 213-226
- CORDEIRO, N. J. & HOWE, H. F. 2003. Forest fragmentation severs mutualism between seed dispersers and an endemic African tree. *Proc Natl Acad Sci USA* 100:14052–14056.
- CRAWLEY, M. 2007. *The r book*, 1st edn. John Wiley & Sons.
- DOSSA, D. 2003. Cultivo do eucalipto: Importância socioeconômica e ambiental: Histórico. Embrapa Florestas. Versão eletrônica. Acessado em 1 de julho de 2010.

Disponível

em:

(http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivodoEucalipto/01_01_historico.htm).

- FARWIG, N.; BÖHNING-GAESE, K.; BLEHER B. 2006. Enhanced seed dispersal of *Prunus africana* in fragmented and disturbed forests? *Oecologia* 147:238–252.
- FERNÁNDEZ, F. 2003. Introducción a las hormigas de La region Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt, Bogotá, Colômbia. 424 p.
- FERNÁNDEZ, F. & OSPINA, M. 2003. Sinopsis de las hormigas de La región Neotropical. 49-64 p. In: Fernández, F. (ed). Introducción a las hormigas de La region Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt, Bogotá, Colômbia. 424 p.
- FERREIRA, A. V; BRUNA, E. M; VASCONCELOS, H. L. 2011. Seed predators limit plant recruitment in Neotropical savanns. *Oikos*, 120:1013-1022.
- FILHO, N. L. & BORGES, E. E. L. 1992. Influência da temperatura e da luz na germinação de sementes de canudo de pito (*Mabea fistulifera* MART.). *Revista Brasileira de Sementes*, 14(1): 57-60.
- FOLGARAIT, P.J. 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: A review. *Biodiversity and Conservation*, 7, 1221-1244.
- GASTON, K. J. 1996. *Biodiversity: a biology of numbers and difference*. Oxford, Blackwell Science. 396 p.
- HADDAD, N. M.; TILMAN, D.; HAARTAD, J.; RITCHIE, M.; KNOPS, J. M. H. 2001. Contrasting effects of plant richness and composition on insect communities: A field experiment. *Am. Nat.* 158, 17–35.
- HAMMER Ø., HARPER, D.A.T.; RYAN P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontol. Electronica* 4: 9
- HANDEL, S. N. 1978. The competitive relationship of three woodland sedges and its bearing on the evolution of ant-dispersal of *Carex pedunculata*. *Evolution* 32: 151-163.
- HERRERA, C. M. 2002. Seed dispersal by vertebrates. In: Herrera CM, Pellmyr O (eds) *Plant–animal interactions: an evolutionary approach*. Blackwell, Oxford, pp 185–208.

- HERRERA, C. M.; JORDANO, P.; LOPEZSORIA, L.; AMAT, J. A. 1994. Recruitment of a mast-fruiting, bird-dispersed tree—bridging frugivore activity and seedling establishment. *Ecol Monogr* 64:315–344.
- HOOPER, D. U. & VITOUSEK, P. M. 1998. Effects of plant composition and diversity on nutrient cycling. *Ecological Monographs* 44: 465-482.
- JIANG, X. L.; ZHANG, W. G.; WANG, G. 2007. Effects of different components of diversity on productivity in artificial plant communities. *Ecological Research* 22: 629-634.
- JOLIFFE, P. A. 1997. Are mixed populations of plant species more productive than pure stands? *Oikos* 80: 595-602.
- KELT, D. A. *et al.* 2004. Seed removal by small mammals, birds and ants in semi-arid Chile, and comparison with other systems. *J. Biogeogr.* 31: 931 – 942.
- KNOPS, J. M. H.; TILMAN, D.; HADDAD, N. M. *et al.* 1999. Effects of plant species richness on invasion dynamics, disease outbreaks, insect abundances and diversity. *Ecol. Lett.* 2, 286–93.
- KREBS C.J. 1989. *Ecological Methodology*. New York: Harper and How. 624 pp
- LAWTON, J. H. 1994. What do species do in ecosystems? *Oikos* 71: 367-374.
- LEVEY, D. J. & BURNE, M. M. 1993. Complex ant-plant interactions: Rain forest ants as secondary dispersers and post-dispersal seed predators. *Ecology* 74: 1802–1812.
- LEWIS, S. L. 2006. Tropical forests and the changing earth system. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B*, 361: 195–210.
- LOREAU, M., NAEEM, S. & INCHAUSTI, P. 2002. Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives. Oxford, Oxford University Press. 294 p.
- LORENZI, H. 2000. *Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa, Editora Plantarum, vol. 1, 3^a ed., 352p.
- MAYAUX, P.; HOLMGREN, P.; ACHARD, F.; EVA, H.; STIBIG, H. J.; BANTHOMME, A. 2005. Tropical forest cover change in the 1990s and options for future monitoring. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B*, 360: 373–384.
- MEIRA-NETO, J. A. A. & MARTINS, F. R. 2002. Composição florística de uma floresta estacional semidecidual montana no município de viçosa, mg. *Revista Árvore*, 26, 437-446.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. 2003. *Ecosystems and Human Well-Being: A Framework For Assessment*. Island Press, Washington.

- MITTERMEIER, R. A.; MYERS, N.; THOMSEN, J. T. 1998. Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. *Conserv. Biol.* 12(3): 516-520.
- NAEEM, S.; THOMPSON L. J.; LAWLER, P.; LAWTON J. H.; WOODFIN, R. M. 1994. Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems. *Nature* 386: 734-737.
- NAEEM, S.; HAKANSON, K.; LAWTON, J. H.; CRAWLEY, M. J. 1996. Biodiversity and plant productivity in a model assemblage of plant species. *Oikos* 76:259-264.
- NAEEM, S., LOREAU, M. & INCHAUSTI, P. 2002. Biodiversity and ecosystem functioning: the emergence of a synthetic ecological framework. Pp. 3-11. In: Loreau, M., Naeem, S. & Inchausti, P. (Eds.). *Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives*.
- NICHOLS, J. D.; WILLIAMS, B. K. 2006. Monitoring for conservation. *Trends In Ecology & Evolution* 21 (12): 668-673.
- OLIVEIRA-FILHO A. T. & FONTES, M. A. L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica* 32:793–810.
- PALACIO, E. E.; FERNÁNDEZ, F. 2003. Claves para las subfamilias y géneros. In: Fernández, F. (ed). *Introducción a las hormigas de La region Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt, Bogotá, Colômbia.
- PEREIRA, A. S. 2010. Influência da riqueza de espécies de plantas que compõem a serapilheira sobre a comunidade de artrópodes e o funcionamento dos ecossistemas. *Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa*.
- PERES, C. A.; BARLOW, J.; LAURANCE, F. W. 2006. Detecting anthropogenic disturbance in tropical forests. *Trends in Ecology & Evolution*, 21: 227–229.
- PETERNELLI, E. F. O.; DELLA LUCIA, T. M. C.; PETERNELLI, L. A.; PERFECTO, I.; MARTINS, S. V. 2007. Taxa de remoção de sementes por formigas em ambientes Tropical e Temperado: habitat de floresta secundária e campo abandonado. *Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa*.
- PINTO, S. I. D. C.; MARTINS, S. V.; BARROS, N. F. D.; DIAS, H. C. T. 2008. Produção de serapilheira em dois estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual na reserva mata do paraíso, em viçosa, mg. *Revista Árvore*, 32, 545-556.

- PIZO, M. A. & OLIVEIRA, P. S. 2001. Size and lipid content of nonmyrmecorous diaspores: Effects on the interaction with litter-foraging ants in the Atlantic rain forest of Brazil. *Plant Ecol.* 157: 37–52.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2010). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- RISSING, S. W. 1986. Indirect effects of granivory by harvester ants: plant species composition and reproductive increase near ant nest. *Oecologia* 68: 231-234.
- SCHMIDT, F. A. 2008. Resposta de comunidades de formigas a um gradiente sucessão. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa.
- SCHUPP, E. W.; FUENTES, M. 1995. Spatial patterns of seed dispersal and the unification of plant-population ecology. *Ecoscience* 2:267–275.
- SILVA, E. A. 2009. Efeito da comunidade de artrópodes sobre a taxa de decomposição e liberação de nutrientes. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa.
- SKIDMORE, B. A., & HEITHAUS, E. R. 1988. Lipid cues for seed carrying by ants in *Hepatica americana*. *J. Chem. Ecol.* 14: 2185–2196
- SOBRINHO, T. G. & SCHOEREDER, J. H. 2007. Edge and shape effects on ant (Hymenoptera: Formicidae) species richness and composition in Forest fragments. *Biodiversity and Conservation* 16: 1459-1470.
- SOLAR, R. R. C. 2010. Por que há mais espécies de formigas no fragmento em relação ao entorno? Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa.
- TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. M. C.; HIROTA, M.; BEDÊ, L. 2005. Challenges and opportunities of biodiversity conservation in the Brazilian Atlantic Forest. *Conserv Biol* 19:695–700.
- TABARELLI, B. & PERES, C. A. 2002. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for forest regeneration. *Biol Conserv* 106:165–176.
- TILMAN, D. & DOWNING, J. A. 1994. Biodiversity and stability in grasslands. *Nature* 367: 363-365.
- TILMAN, D.; WEDIN, D.; KNOPS, J. 1996. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. *Nature* 379: 718-720.
- TRENBATH, B. R. 1974. Biomass productivity of mixtures. *Advances in Agronomy* 26: 177-210.

- UNDERWOOD, E. C. & FISHER, B. L. 2006. The role of ants in conservation monitoring: If, when, and how. *Biological Conservation*, 132, 166-182.
- VIEIRA, M. F. & CARVALHO-OKANO, R. M. 1996. Pollination biology of *Mabea fistulifera* (Euphorbiaceae) in southeastern Brazil. *Biotropica*, Washington, 28 (1): 61-68.
- WENNY, D. G. 2001. Advantages of seed dispersal: a re-evaluation of directed dispersal. *Evol. Ecol. Res.* 3: 51–74.